

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ WWW PRO ANALÝZU FOTOGRAFIÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. LUKÁŠ BALCÁREK

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ WWW PRO ANALÝZU FOTOGRAFIÍ

USER INTERFACE USING WWW FOR PHOTO IMAGE ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LUKÁŠ BALCÁREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Doc. Dr. Ing. PAVEL ZEMČÍK

BRNO 2012

Zadání diplomové práce

Řešitel: **Balcárek Lukáš, Bc.**

Obor: Počítačová grafika a multimédia

Téma: **Uživatelské rozhraní WWW pro analýzu fotografií**
User Interface Using WWW for Photo Image Analysis

Kategorie: Počítačová grafika

Pokyny:

1. Prostudujte literaturu na téma vytváření WWW rozhraní aplikačních programů a zhodnoťte aktuální stav dostupného software pro analýzu fotografií.
2. Navrhněte metodu tvorby uživatelského rozhraní pro aplikace tak, že samotné algoritmy poběží na výpočetním serveru a uživateli bude k dispozici výsledek výpočtu.
3. Popište možnosti implementace podle předchozího bodu zadání se zaměřením na vyhodnocení kvality snímků.
4. Implementujte rozhraní a ověřte navrhované aplikaci.
5. Diskutujte dosažené výsledky a možnosti pokračování práce.

Literatura:

- dle pokynů vedoucího

Při obhajobě semestrální části diplomového projektu je požadováno:

- Body 1-3 zadání

Podrobné závazné pokyny pro vypracování diplomové práce naleznete na adrese

<http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Technická zpráva diplomové práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap, které byly vyřešeny v rámci ročníkového a semestrálního projektu (30 až 40% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním nepřepisovatelném paměťovém médiu (CD-R, DVD-R, apod.), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Zemčík Pavel, doc. Dr. Ing.,** UPGM FIT VUT

Datum zadání: 19. září 2011

Datum odevzdání: 23. května 2012

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta informačních technologií
Ústav počítačové grafiky a multimédií
602 00 Brno, Božetěchova 2



doc. Dr. Ing. Jan Černocký
vedoucí ústavu

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá uživatelským rozhraním pro strojové vyhodnocení technické kvality skupin fotografií. V práci jsou sepsány informace o fotografiích, grafických editorech a jejich zhodnocení. Praktická část práce je zaměřena na návrh a vytvoření aplikace s webovým uživatelským rozhraním, která vyhodnocuje a porovnává kvalitu fotografií. Závěrem je vytvořená aplikace s jejím rozhraním otestována uživateli, vyhodnocen její přínos a možnosti dalšího rozšíření.

Abstract

This master's thesis deals with the user interface for machine quality assessment of the technical groups of photos. This work is written about photos, graphics editors and their evaluation. The practical part is focused on the design and creation of application with web user interface, which evaluates and compares the quality of photos. Finally is this created application with its user interface tested by users, its benefits and opportunities for further expansion are evaluated.

Klíčová slova

Fotografie, pořizování fotografie, reprezentace obrazu, popis obrazu, rozlišení, barevná hloubka, histogram, šum, hodnocení kvality, grafické editory, uživatelské rozhraní, návrh aplikace, webový server, výpočetní server, CGI skript, OpenCV.

Keywords

Photography, capture photography, image representation, image description, resolution, color depth, histogram, noise, quality assessment, graphic editors, user interface, application design, web server, computational server, CGI script, OpenCV.

Citace

Lukáš Balcárek: Uživatelské rozhraní WWW pro analýzu fotografií, diplomová práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2012

Uživatelské rozhraní WWW pro analýzu fotografií

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Doc. Dr. Ing. Pavla Zemčíka. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Lukáš Balcárek
22. května 2012

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé práce panu Doc. Dr. Ing. Pavlu Zemčíkovi, který mně byl nápomocen při vytváření této práce a s ní související aplikace a který mně ochotně poskytoval konzultace a dobré rady. Dále děkuji všem v mém okolí, kteří se mnou měli trpělivost při vytváření této práce, protože bez nich bych práci nedokončil v pořádku.

© Lukáš Balcárek, 2012.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

1 Úvod	4
2 Digitální fotografie	6
2.1 Fotografie obecně	6
2.2 Základní nastavení fotoaparátu při snímání	8
2.3 Další možnosti nastavení fotoaparátu při fotografování	11
2.4 Reprezentace obrazu v počítači	12
2.5 Vlastnosti fotografií	17
2.6 Hodnocení kvality snímků	21
3 Programy pro práci s fotografiemi	24
3.1 Klasické aplikace	24
3.2 Klient-server aplikace	29
3.3 Tvorba softwaru pro práci s fotografiemi	34
4 Zhodnocení editorů fotografií a záměr práce	38
4.1 Vlastnosti fotoaparátů a fotografií	38
4.2 Vlastnosti programů	39
4.3 Záměr práce	41
5 Návrh, ověření a popis řešení	42
5.1 Obecný návrh aplikace	42
5.2 Návrh konkrétní aplikace	45
5.3 Implementace aplikace	54
5.4 Testování aplikace	59
6 Závěr	63
A Seznam příloh	67
B Obsah DVD	68
C Popis bloků funkcí aplikace pro analýzu fotografií	69
D Popis implementace funkcí aplikace	74
E Ukázka webového rozhraní	79

Seznam obrázků

2.1	znázornění fotografování scény za účelem pořízení fotografie.	6
2.2	znázornění možných způsobů získání digitální fotografie.	7
2.3	doba expozice $\frac{1}{80}$ sekundy.	9
2.4	délka expozice 1 sekunda.	9
2.5	velikost clony $f4,5$	9
2.6	velikost clony $f22$	9
2.7	citlivost ISO 100.	10
2.8	citlivost ISO 3200.	10
2.9	citlivost ISO 6400.	10
2.10	ukázka spojitého signálu.	12
2.11	vzorkování na hypotetickém signálu.	13
2.12	kvantování vzorkovaného signálu.	13
2.13	fotografie o rozměru X x Y cm.	14
2.14	šedotonový model s jedním bitem na jasovou složku (2^1 barev).	15
2.15	RGB model s jedním bitem na barevnou složku ($(2^1)^3$ barev).	15
2.16	čtvercová mřížka.	16
2.17	hexagonální mřížka.	16
2.18	reprezentace obrazu s hodnotami jasu.	16
2.19	reprezentace obrazu s RGB hodnotami.	16
2.20	ukázka histogramu pro obrázek 2.6.	18
2.21	ukázka histogramu červené barevné složky.	18
2.22	ukázka histogramu zelené barevné složky.	18
2.23	ukázka histogramu modré barevné složky.	18
2.24	ukázka použití barevných křivek pro obrázek 2.6.	19
2.25	znázornění míst vzniku šumu.	20
2.26	znázornění zachycení věrnosti barvy bílého papíru.	20
2.27	ukázka abstraktní fotografie.	23
3.1	grafický nástroj Gimp 2.6.	25
3.2	grafický nástroj Google Picasa 3.9.	26
3.3	grafický nástroj Adobe Photoshop CS5.	27
3.4	grafický nástroj Zoner Photo Studio 14.	28
3.5	architektura klient-server.	29
3.6	grafický nástroj Adobe Photoshop Express Editor.	30
3.7	grafický nástroj FotoFlexer.	31
3.8	grafický nástroj Online Web Photo Editor.	32
3.9	grafický nástroj Pixlr Editor.	33
3.10	grafický nástroj Splashup.	34

3.11 znázornění funkčních bloků aplikace.	35
3.12 znázornění integrace funkčních bloků.	36
3.13 znázornění integrace funkčních bloků.	37
5.1 schéma obecného návrhu architektury klient-server.	43
5.2 rozdělení struktury aplikace mezi jednotlivé členy systému klient-server. . .	46
5.3 ukázka skupin fotografií.	46
5.4 ukázka formuláře s nastavením pro aplikaci.	49
5.5 ukázka výsledku analýzy jedné skupiny fotografií.	50
5.6 znázornění šířek úrovní histogramu při vyhodnocení jeho kvality.	52
5.7 histogram podexponované fotografie.	53
5.8 histogram dobře exponované fotografie.	53
5.9 histogram přexponované fotografie.	53
C.1 ukázka vstupního pole pro výběr a nahrávání fotografií.	70
D.1 vstupní fotografie pro analýzu.	74
D.2 přiblížený náhled fotografie.	74
D.3 zvýrazněná přexponovaná místa.	75
D.4 zvýrazněná podexponovaná místa.	75
E.1 úvodní stránka pro nahrávání fotografií.	79
E.2 zobrazení nahraných fotografií a možnosti nastavení analýzy.	80
E.3 stránka obsahující formulář pro zadání čísla skupin.	80
E.4 ukázka výsledku analýzy fotografií.	81

Kapitola 1

Úvod

Dnešní doba poskytuje fotografům stále modernější a kvalitnější digitální fotoaparáty, dokonalější programy pro zpracování fotografií a takřka neomezené možnosti co se týče ukládání dat na paměťová média. Výsledkem takového stavu je situace, ve které mají fotografové velké množství fotografií zachycujících různé druhy scén. Příkladem fotografovaných záběrů mohou být scény zachycující: portrét, sportovní utkání, přiblížený předmět, budovu, noční prostředí, krajinu a mnoho dalšího. S narůstajícím množstvím zaznamenaných fotografií nastává potřeba se jimi zabývat a organizovat je, jinak hrozí situace, že se tato data stanou nepřehlednými a právě tomuto tématu organizace fotografií bych se chtěl v této diplomové práci věnovat.

Následující možnosti ukazují některé přístupy ke správě a publikování fotografií, kterých existuje velká řada. Příklady takovýchto možností: třídění podle zaznamenaného obsahu, kde se sdružují snímky se stejnou tematikou, přidávání značek fotografiím v podobě klíčových slov usnadňující následné vyhledávání podle zadaného popisu, publikování na internetových stránkách s danou tematikou, v internetových fotogaleriích nebo na sociálních sítích, spravování, kopírování a zálohování fyzického uložení fotografií v adresářích souborového systému, provádění vizuálního porovnání stejných, podobných či úplně rozdílných fotografií za účelem výběru skupiny nejzdařilejších fotografií, odstranění rozmazaných, tmavých, světlých, neostrých, či jinak nepovedených fotografií.

Nastávají i případy, kdy je stejná scéna zaznamenána na fotografiích vícekrát. Takovéto skupiny fotografií jsou potom nadbytečné, zabírají cenný datový prostor a čas při zpracování. Ve výsledku postačuje mít uloženou pouze jednu fotografii dané scény.

Zaměření diplomové práce a samotné téma jsem si zvolil kvůli tomu, že mám blízký vztah k fotografování, tisku a související počítačové grafice. Další důvod pro toto téma byl ten, že často potřebuji zjistit podrobné informace o skupině fotografií současně, ale nenašel jsem vhodný prostředek pro tento úkon.

Cílem této diplomové práce je sepsat a zaznamenat potřebné informace pro následné vytvoření aplikace analyzující kvalitu fotografií se stejným obsahem. Podstata celé diplomové práce spočívá v implementování a ověření metod pro vyhodnocení kvality fotografií. Výsledná aplikace, vytvořená touto prací, by měla být provozována na výpočetním serveru a dostupná přes internet pomocí webového rozhraní. Hlavní funkce aplikace by měla být zaměřena na výběr technicky nejzdařilejších fotografií ze všech skupin porovnávaných fotografií s cílem pomoci uživateli při výběru mezi velmi podobnými fotografiemi.

První část diplomové práce (kapitola 2) popisuje vlastnosti fotografie, způsoby fotografování, reprezentaci a vyhodnocování fotografických dat v počítači. Druhá část (kapitola 3) se zabývá informacemi o současném stavu grafických editorů pro práci s fotografiemi a možnosti tvorby takovýchto editorů. Třetí část (kapitola 4) je zaměřena na zhodnocení současného stavu fotografií, grafických editorů a definování záměru práce. V předposlední části (kapitola 5) se nachází obecný návrh aplikace, popis konkrétní aplikace, popis způsobu implementace algoritmů a samotné aplikace, způsob vytvoření uživatelského rozhraní a testování vytvořené aplikace. V závěrečné části (kapitola 6) se nachází mimo jiné shrnutí dosažených výsledků a možnosti pokračování práce.

Kapitola 2

Digitální fotografie

Tato kapitola zachycuje digitální fotografie z různých pohledů. Především je zde popsán způsob pořízení fotografie, reprezentace fotografie jako obrazu v počítači, vlastnosti digitální fotografie a možnost jejího vyhodnocování dle určitých faktorů. V následujícím textu této a dalších kapitol je slovy fotografie, snímek a obraz myšlena především digitální fotografie.

Obsah převážné části této kapitoly sděluje podstatné informace pro tuto diplomovou práci a vytvoření aplikace. O jednotlivých částech lze napsat velké množství podrobných informací, ale nebyly by adekvátní pro zaměření této práce. Následující informace jsou jednak čerpány z použité literatury a jednak z existujících znalostí a poznatků o fotografování.

2.1 Fotografie obecně

Než může být cokoli zaznamenáno, je vždycky potřeba najít určitou oblast zájmu, jež lze definovat jako zaznamenávanou scénu. Příkladem takovýchto scén mohou být krajiny, domy, skupiny lidí, předměty, zvířata a cokoli dalšího.

Vytvořenou fotografii lze definovat jako výsledek procesu snímání určité scény za účelem zachycení jejího obsahu.

Obrázek 2.1 znázorňuje graf zachycení jednoduché scény nacházející se vlevo od fotoaparátu. Po vyfotografování scény je k dispozici fotografie znázorněná vpravo od fotoaparátu.



Obrázek 2.1: znázornění fotografování scény za účelem pořízení fotografie.

Proces snímání scény, která má být zachycena v podobě fotografie, lze definovat jako fotografování. Při fotografování dochází po stlačení spouště fotoaparátu k průchodu světla z vnějšího prostředí do vnitřního prostředí fotoaparátu a zaznamenání tohoto dopadajícího světla na světlocitlivé médium.

Vnější prostředí vyzařuje svoji optickou energii o různých vlnových délkách do svého

okolí. Toto prostředí lze považovat za spojité, protože jakékoliv místo ve scéně má svoji určitou energii, která se mění v čase a prostoru.

Průchodem světla přes optické prvky fotoaparátu v určitém časovém intervalu začíná proces záznamu scény v podobě fotografie. Výsledná fotografie již obsahuje zkreslení původní scény, protože při záznamu došlo k velkému množství nepřesností. Nepřesnosti jsou zapříčiněny zaznamenáním světelného toku na médium s omezenými možnostmi, které jsou u analogových fotoaparátů v používaném filmu a u digitálních fotoaparátů v použitém snímacím čipu.

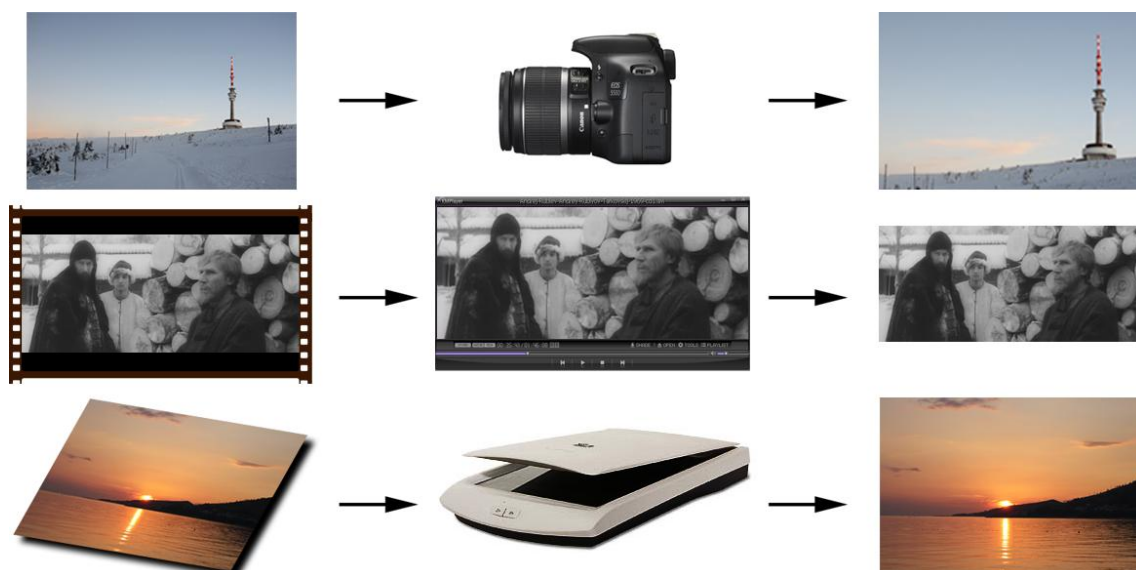
Podrobnější matematický popis fotografování a popis převodu spojitých údajů na diskrétní údaje jsou uvedeny v podkapitole 2.4 - v části zabývající se popisem obrazu.

Pořizování fotografie

V dnešní době je převážná většina fotografií pořízena a uchovávána v digitální podobě. Takovéto fotografie je možné získat několika způsoby, které se liší pouze použitými zdroji a postupem.

Následující výčet uvádí některé z těchto možností [27]:

- Zachycení fotografie pomocí digitálního fotoaparátu.
- Zachycení snímku z videa nebo jiného multimediálního zdroje.
- Naskenování případně vyfotografování klasické fotografie, diapozitivu či negativu.



Obrázek 2.2: znázornění možných způsobů získání digitální fotografie.

Obrázek 2.2 ilustruje možné způsoby získání fotografie v digitální podobě. V levé části obrázku se nachází možné zdroje dat (krajina, film, vyvolaná fotografie). V prostřední části se nachází prostředky (digitální fotoaparát, program pro zachycení snímku filmu, skener) pro získání fotografií v digitální podobě, které jsou naznačeny v pravé části.

Při pořizování snímku pomocí prvního bodu je princip založen na fotoaparátech se světlocitlivými senzory zachycujícími intenzitu vyzařovaného světla dané scény. Senzory se podle výrobní technologie dělí na dvě hlavní skupiny: CMOS a CCD. V současné době je tato metoda nejběžnějším způsobem zachycení dané scény.

Pro pořizování snímků metodou popsanou v druhém bodě se používají softwarové nástroje určené pro práci s videem a obrazovými daty. Pomocí této metody se dají získat i fotografie z multimediálního prostředí. Příkladem zdroje fotografií z multimediálního prostředí může být výřez dat z fotomontáže nebo uložení snímku z prezentace či dokumentu.

V bodě tři je postup snímání založen na používání skeneru nebo fotoaparátu. Pro tento způsob je možné využít nejrůznější druhy skenerů a fotoaparátů, přičemž každé zařízení pracuje pomocí jiných technologií, které jsou uvedeny v jejich popisu. Po nasnímání klasické fotografie je většinou ještě potřeba provést dodatečné úpravy v počítači, jako je např. ořezání a otočení.

Podrobnější informace ohledně technologie čipů a senzorů snímajících obraz lze dohledat u výrobce, v odborné literatuře nebo na internetu.

Postup pořizování klasických fotografií pomocí analogových fotoaparátů v této práci není zmiňován, protože práce je zaměřena na vyhodnocování kvality digitálních fotografií.

2.2 Základní nastavení fotoaparátu při snímání

Před samotným získáním fotografie stojí proces snímání. Při použití klasického analogového fotoaparátu nebo v současné době běžnějšího digitálního fotoaparátu je potřeba nastavit vlastnosti snímání, aby se povedl vytvořit „kvalitní“ snímek. Následující odstavce se věnují důležitým pojmům tohoto tématu, jako je doba expozice, velikost clony, citlivost snímání, expozice a další. Pojmem fotoaparát bude v dalším textu této práce myšlen digitální fotoaparát, nebude-li uvedeno jinak.

Fotograf zachycující určitou scénu může u fotoaparátů volit různé režimy (způsoby) snímání scény, které mu nabízí dané zařízení. Snímacích režimů existuje velké množství a liší se od výrobce k výrobcu. U všech těchto režimů se při pořizování výsledné fotografie uplatňují především parametry, které jsou uvedeny v následujících částech textu. Podobné vlastnosti lze najít i u klasických fotoaparátů.

Doba expozice

Expoziční čas nebo rychlost závěrky jsou ekvivalentní pojmy pro dobu expozice. Tento parametr udává, po jakou dobu v sekundách bude závěrka fotoaparátu otevřená a umožní tak určitému množství světla dopadat na snímací čip. Hodnoty parametru jsou udávány jako celé číslo (10, 25, 50, 100, 250, ...) nebo přímo pomocí zlomku ($\frac{1}{10}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{250}$, ...). Rozdělením jedné sekundy na 25 stejných částí dostaneme zlomek $\frac{1}{25}$ sekundy, označující expoziční dobu. [3]

Délka expozice významně ovlivňuje výsledný snímek a objekty, které se při fotografování pohybují. Při krátké době expozice (např.: $\frac{1}{1000}$ sekundy) bude pohybující se objekt zaznamenán ve „strnulé“ pozici. Naopak, když je doba expozice dlouhá (např.: $\frac{1}{10}$ sekundy) bude pohybující se objekt zaznamenán „rozmazaně“.

Příklad krátké expozice ($\frac{1}{80}$ sekundy) je na obrázku 2.3, který zachycuje metr při navíjení se bez rozmazání. Obrázek 2.4 je příkladem s dlouhou expozicí (1 sekunda), který zachycuje metr při navíjení rozmazaně.



Obrázek 2.3: doba expozice $\frac{1}{80}$ sekundy.



Obrázek 2.4: délka expozice 1 sekunda.

Velikost clony

Nastavitelný otvor v těle objektivu regulující množství procházejícího světla na snímací čip se nazývá clona a často se velikost značí písmenem f . Parametrem velikosti otvoru clony se řídí výsledná hloubka ostrosti snímku. Parametr má hodnoty $f1,4$; $f2$; $f2,8$; $f4$; $f5,6$; $f8$; $f11$; $f16$; $f22$ a další stupně a mezistupně mezi čísly.

Čím menší clonové číslo je použito při fotografování, tím je ve výsledném snímku menší hloubka ostrosti a opačně. Hloubka ostrosti udává oblast zaostření od nejbližšího k nejvzdálenějšímu předmětu, které se budou na snímku jevit jako ostré. [3]

Příklad použití malé hloubky ostrosti je znázorněn na obrázku 2.5 s hloubkou ostrosti $f4,5$, kde je na obrázku nejostřejší číslo 16 na stupnici svinovacího metru. Příklad použití velké hloubky ostrosti je na obrázku 2.6 s hloubkou ostrosti $f22$, kde je celý obrázek zaostřen.



Obrázek 2.5: velikost clony $f4,5$.



Obrázek 2.6: velikost clony $f22$.

Citlivost ISO

Citlivost jednotek ISO obecně popsal John Knaur [3]: „Jednotky ISO jsou standardem, kterým fotografický průmysl popisuje citlivost filmu na světlo.“

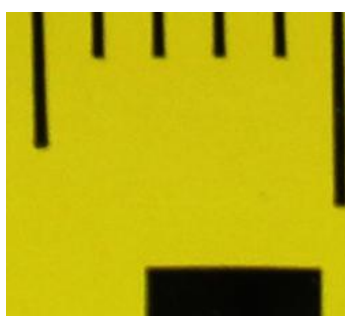
Z historického hlediska se u klasických analogových filmů uváděla jejich citlivost v jednotkách ISO a s příchodem digitálního záznamu pomocí fotoaparátu se tato vlastnost citli-

vosti přesunula pro popis schopnosti snímačů zachycovat světlo. Základní jednotky citlivosti ISO mají hodnoty 100, 200, 400, 800, atd.

Ve skutečnosti má světlocitlivý snímač nějakou základní citlivost ISO, která má obvykle hodnotu ISO 100, a vyšší hodnoty citlivosti se získávají zesilováním proudu ze snímače.

S rostoucí jednotkou citlivosti na světlo roste možnost snímat scénu za kratší čas a umožnit i zvýšit hloubku ostrosti. Vyšší citlivost s sebou přináší v analogových fotografiích tzv. zrno a u digitálních fotografií je to obrazový šum. Zrno a šum jsou považovány za nežádoucí jev fotografie, který znehodnocuje kvalitu výsledku. [3]

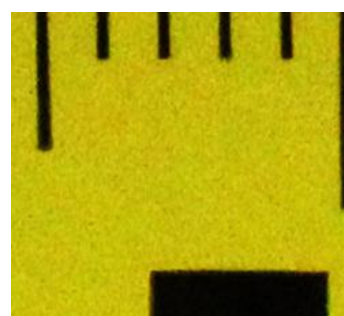
Obrázky 2.7, 2.8 a 2.9 zachycují snímek s rozdílným nastavením citlivosti ISO, kde snímek s citlivostí ISO 100 má nejméně šumu v obraze a naopak snímek s citlivostí ISO 6400 obsahuje velké množství šumu.



Obrázek 2.7: citlivost ISO 100.



Obrázek 2.8: citlivost ISO 3200.



Obrázek 2.9: citlivost ISO 6400.

Expozice

Správné nastavení expozice fotoaparátu je proces, jehož výsledku by měl odpovídat výsledný jas 18% střední šedé (barva odrážející 18% dopadajícího světla, v 8-bitové RGB reprezentaci je vyjádřena hodnotou 127 pro každou složku a subjektivně leží uprostřed mezi bílou a černou).

Ve fotoaparátu jsou tři možnosti, díky kterým je možné ovlivnit množství světla dopadajícího na senzor, aby byla dosažena střední šedá. Jsou to: doba expozice, velikost clony a citlivost ISO. Pomocí těchto třech veličin je možné spočítat expoziční hodnotu (*Exposure Value, EV*) pro libovolný bod scény. Expoziční hodnota udává množství světla dopadajícího dovnitř fotoaparátu neboli množství světla ve scéně. Podrobnější informace jsou uvedeny v literatuře [24], která se zabývá tímto tématem.

Kompenzace expozice

Ze scény, která obsahuje velké nebo naopak minimální množství světla, je pořízený snímek sice vyfotografován správně díky vyvážené expozici na prostřední šedou, ale zanikne v něm například hlavní objekt, který byl objektem zájmu ve scéně. Další informace lze najít v použité literatuře [3] a [24].

Kompenzace expozice má za úkol pomoci při expozici dané scény tak, aby fotoaparát vpustil menší nebo naopak větší množství světla na senzor a tím zachytil lépe fotografovaný

objekt. Nastavení kompenzace se provádí přidáním kladné nebo záporné hodnoty EV pro expozici.

Pomocí kompenzace expozice je možné také ovlivnit příliš světlé nebo tmavé fotografie tak, že se k expozici přičtou záporné nebo kladné hodnoty EV , aby výsledný snímek nebyl příliš světlý nebo příliš tmavý.

Ostrost

Před samotným zachycením scény je potřeba ještě správně zaostřit na požadovaný předmět, který má být hlavním objektem fotografie. Správného zaostření je možné dosáhnout v kombinaci mechanického zaostření objektivu, nastavením hloubky ostrosti a zacílením se na požadovaný objekt. Zaostření objektivu je možné provést automaticky fotoaparátem nebo ručně na daný objekt.

2.3 Další možnosti nastavení fotoaparátu při fotografování

Výše zmíněné pojmy pojednávaly o základním nastavení. V této části je uveden stručný výčet dalších možností používaných při snímání, které doplňují a rozšiřují předchozí možnosti.

- Režim snímání – pomocí režimu snímání je možné určit, jakým způsobem bude probíhat snímání a jaká nastavení snímání budou preferována (automaticky, s prioritou clony, s prioritou času, plně manuálně nebo další specifitější režimy poskytnuté fotoaparátem např.: portrét, noční záběr, sport, atd.).
- Ostřicí body – místa, pomocí kterých fotoaparát vyhledává objekt, na který se bude snažit zaostřit. Volba těchto bodů je buď automatická, nebo může být i manuální.
- Vyvážení bílé – snaha o zaznamenání předmětu v jeho skutečných barvách, které měl při fotografování. Nastavení vyvážení bílé spočívá v přizpůsobení se aktuálním světelným podmínkám, které mají určitou teplotu barev udávanou v kelvinech (K). Nízká teplota barev (okolo $3000K$) je pocitově teplejší. Stupňující se teplota barev je pocitově chladnější a studenější (okolo $10000K$).
- Blesk a odrazové desky – jsou přídatná zařízení pro ovlivnění množství a směru dopadajícího světla na daný objekt.
- Fotografické filtry – tenké skleněné nebo plastové předsádky, umísťované na začátek objektivu, jimiž vchází světlo do fotoaparátu a jež umožňují měnit barevné vlastnosti fotografie. Příkladem filtrů může být polarizační filtr, který usměrňuje vcházející světlo do objektivu. Pomocí tohoto filtru lze odstranit odlesky na površích předmětů a zvýraznit barvy oblohy či jiných věcí. Přechodový filtr umožňuje vytvořit v snímku určitý barevný přechod podle použitých barev na filtru.
- Další možnosti – kontinuální snímání, ruční zaostření snímku, používání odstínů šedé či sépiové barvy, formát ukládání fotografie, kvalita snímání fotografie, atd.

2.4 Reprezentace obrazu v počítači

Reprezentace obrazu v počítači z pohledu grafického zobrazení je velmi široké téma. Tato podkapitola je zaměřena pouze na způsob reprezentace a uložení fotografie coby obrazových dat. Data, která mají být uložena v počítači, je nutné nejprve pořídit nějakým z možných způsobů uvedených v podkapitole 2.1.

Následující části textu do konce kapitoly jsou již oproštěny od technického způsobu provedení fotografování a zabývají se rozbořem obrazových dat z různých pohledů.

Popis obrazu

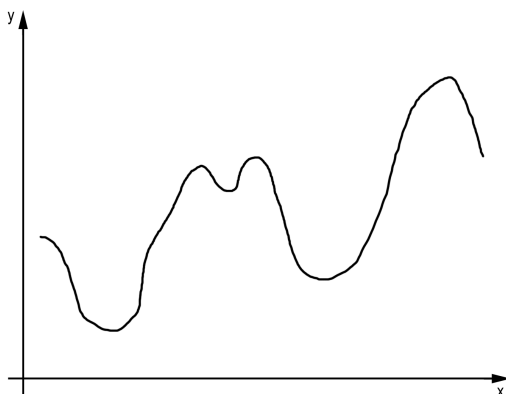
Jak již bylo výše zmíněno, lze chápat reálnou scénu jako *spojitou* obrazovou funkci, která je základem pro popis obrazu. Zachycení dané scény je možné provést pomocí světlocitlivého materiálu (políčko analogového filmu) nebo světlocitlivého elektrického senzoru (snímací čip). Tyto světlocitlivé plochy, které reagují na intenzitu dopadajícího světla, zaznamenávají intenzity světla přicházející ze souřadnic v prostoru scény. Ze zaznamenaných intenzit je následně vytvořena fotografie. U analogových fotoaparátů je potřeba vyvolat negativ neboli dané políčko filmu. U digitálních fotoaparátů je potřeba zjistit a převést naměřené hodnoty ze snímače do výsledných obrazových dat.

Zdrojem pořízeného obrazu je spojitá obrazová funkce dvou proměnných

$$f(x, y), \quad (2.1)$$

kde (x, y) jsou prostorové souřadnice v dané scéně a hodnota f je hodnota jasu na této pozici.

Na obrázku 2.10 je pro názornost ukázána hypotetická jednorozměrná spojitá křivka, která nabývá na osách x a y zatím nenabývá žádných hodnot.



Obrázek 2.10: ukázka spojitého signálu.

V procesu zaznamenávání obrazu je nejprve provedeno vzorkování hodnot x a y z rovnice 2.1 do matice o rozměru $M \times N$ bodů. Dalším krokem je poté kvantování hodnot jasu z rovnice 2.1 na K úrovní podle počtu použitých bitů b

$$K = 2^b. \quad (2.2)$$

Těmito kroky vznikne převod spojitého signálu na diskretizovaný signál.

Při vzorkování obrazu (do matice o rozměru $M \times N$) je potřeba dodržet Shannonův teorém, který udává, že pro nejmenší detail v obraze je potřeba, aby měl minimálně dvojnásobnou hodnotu vzorkovacího intervalu. Při kvantování pomocí úrovní jasu (na K úrovní) je potřeba, aby volba počtu úrovní jasu nebyla menší než 50, protože poté začne docházet k falešným obrysům, které jsou pozorovatelné lidským okem. [9]

Jeden konečně malý bod dvourozměrného diskretizovaného obrazu odpovídající určité části scény se nazývá pixel (obrazový bod, px). Ve 3D prostorových datech se tomuto bodu říká voxel. Hodnota pixelu vychází ze spojitě obrazové funkce 2.1, ze které je hodnota získána diskretizací. Může to být jediné číslo, které reprezentuje hodnotu jasu v obraze na zvolené pozici (x, y) . V případě barevného obrazu tato hodnota může nabývat trojice čísel $f_R(x, y)$, $f_G(x, y)$, $f_B(x, y)$, které reprezentují hodnotu jasu jednotlivých složek barevného modelu RGB. Hodnota pixelu může nabývat i komplexního čísla, je-li udána ve frekvenční doméně.

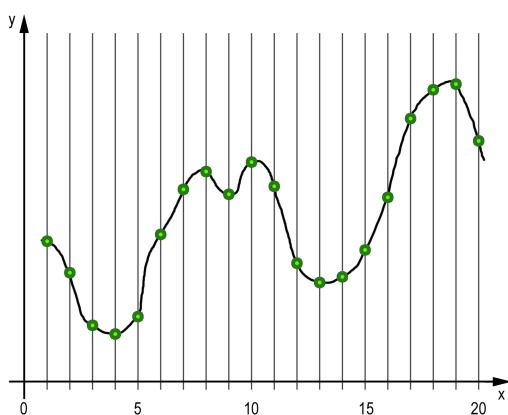
Z praktického hlediska je obor hodnot omezen současnými technickými možnostmi. Funkční hodnoty f po převodu do digitální podoby jsou pouze diskrétní a souřadnicový prostor (x, y) nabývá pouze celých čísel. [5]

Výsledkem převodu do digitální podoby je obraz definován diskrétní obrazovou funkcí

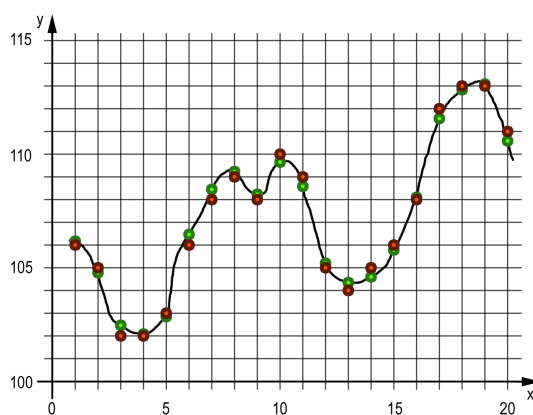
$$g(m, n), \quad (2.3)$$

kde m a n nabývají celých čísel udávajících rozlišení fotografie a funkční hodnota g udává intenzitu v daném místě obrazu. Při vzorkování probíhá převod souřadnicového prostoru (x, y) na (m, n) a při kvantování probíhá převod hodnot funkce f na g .

Obrázky 2.11 a 2.12 znázorňují ukázkový převod hypotetického spojitého signálu jednorozměrné veličiny na diskretizovaný signál. Na levém obrázku je znázorněn signál z obrázku 2.10, který je navzorkován s periodou $\Delta = 1$ na ose x . Kde se protne signál se svislou linií pro vzorkování, bude následně v tomto místě provedeno kvantování na určitou úroveň. Na pravém obrázku jsou vidět úrovně kvantování na ose y s periodou $\Delta = 1$. Kvantování proběhne přilnutím hodnoty v daném vzorku na nejbližší kvantovací úroveň.



Obrázek 2.11: vzorkování na hypotetickém signálu.



Obrázek 2.12: kvantování vzorkovaného signálu.

Jelikož se na obrázcích jedná o ukázkový příklad, nemají osy x a y bližší význam. Obdobný proces platí i pro vzorkování a kvantování na dvourozměrné funkci jenom s tím rozdílem, že se pracuje v dvourozměrném prostoru.

V dalším textu jsou uvažovány fotografie, které jsou reprezentovány pomocí 8 bitů na jednu barevnou složku, protože v současné době jsou takovéto fotografie nejčastěji používány. U šedotónového snímku bude funkce g reprezentována pomocí 8 bitů a bude nabývat hodnot od 0 do 255. U snímku tvořeného barevným modelem RGB bude každá složka funkce g nabývat hodnot od 0 do 255.

Další informace související s obrazovou funkcí 2.3 jsou uvedeny v odstavci o rozlišení a barevné hloubce.

Rozlišení

Rozlišení snímku udává, jakých hodnot mohou nabývat proměnné (m, n) diskretní funkce 2.1. Rozsah těchto hodnot náleží do rozsahu $\langle m_{min}, m_{max} \rangle$ a $\langle n_{min}, n_{max} \rangle$. Hodnoty m_{max} a n_{max} udávají, kolik pixelů v obrázku se nachází na jednom řádku a v jednom sloupci. Zápis rozlišení obrázku je nejčastěji v podobě $m_{max}px \times n_{max}px$.

Další možností popsání rozměru obrázku je pomocí metrických mír s udáním rozlišení. Metrické míry jsou udávány v cm a rozlišení je udáváno v DPI (počet obrazových bodů na jeden palec). Převodem jednotek cm na $palec$ ($2,54cm = 1palec$) a vynásobením DPI dostaneme rozlišení obrazu v px .



Obrázek 2.13: fotografie o rozměru $X \times Y$ cm.

Na obrázku 2.13 je ukázka fotografie, které má určité rozměry X a Y udaných v centimetrech. Při převodu těchto údajů na rozlišení v pixelech je potřeba znát ještě hodnotu DPI . Například hodnotě X odpovídá 15 cm, hodnotě Y odpovídá 10 cm a hodnota DPI je 300. Přepočtem na pixely bude mít fotografie rozlišení 1772 pixelů $((15cm/2,54) * 300DPI)$ krát 1182 pixelů $((10cm/2,54) * 300)$.

Barevná hloubka

Barevná hloubka udává množství uložené informace, kterou může nést jeden pixel v každém kanálu daného barevného modelu. Minimální množství informace v jednom pixelu je 1 bit [11].

Při použití jasového barevného modelu s jedním bitem na pixel (2^1), bude obrázek tvořen pouze dvěma odstíny. Nejčastěji to je bílá a černá nacházející se na okrajích šedotónové stupnice. Takovýto obraz je pouze černobílý. Použitím více bitů na pixel, nejčastěji 8 bitů (2^8), bude obrázek nabývat až 256 hodnot jasu.

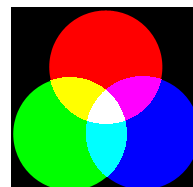
Používá-li barevný model tři základní barvy (model RGB), potom je intenzita každé barvy dána jedním číslem, které je vytvořeno určitým počtem bitů pro daný barevný kanál. Použitím 8 bitů (2^8) pro každou barevnou složku, bude výsledný pixel složen z $3 \cdot 256$ barev (16 777 216 barev). Pixel bude reprezentován pomocí $3 \cdot 8 = 24$ bitů (3 byty). Použitím větší barevné hloubky (více bitů na každou složku barevného modelu např.: 16 bitů na složku) bude obraz možné reprezentovat pomocí větší škály barev, i když je lidské oko schopné rozpoznat pouze okolo 10 milionů barev. Z toho plyne, že použití 8 bitové barevné hloubky je dostačující. [23]

Použití většího množství bitů na jeden barevný kanál má smysl především při úpravě fotografií, protože díky širší barevné hloubce lze provádět úpravy fotografie, které vyžadují větší barevnou hloubku, aby nedošlo k tvorbě artefaktů v důsledku malé barevné hloubky.

Na obrázku 2.14 jsou znázorněny barvy (2^1 barvy – černá a bílá), které lze zobrazit pomocí jednoho bitu na pixel v šedotónovém modelu. Obrázek 2.15 ukazuje barvy ($(2^1)^3$ barev), které lze získat pomocí jednoho bitu na pixel na jednu složku RGB modelu. Základní barvy jsou: červená, zelená a modrá. Smícháním základních barev lze získat barvy: žlutá, azurová, purpurová a bílá. Černá barva je získána nepoužitím žádné barvy z RGB modelu.



Obrázek 2.14: šedotónový model s jedním bitem na jasovou složku (2^1 barev).



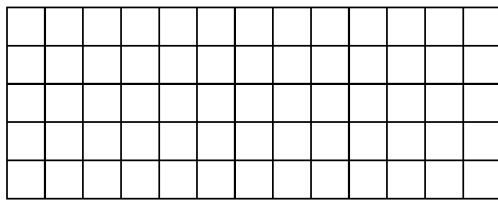
Obrázek 2.15: RGB model s jedním bitem na barevnou složku ($(2^1)^3$ barev).

Vzorkovací mřížka

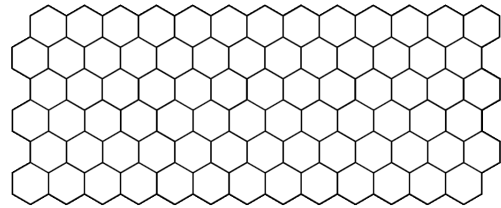
Další důležitou vlastností pro zaznamenání obrazových dat je volba vzorkovací mřížky. Vzorkované body reálného světa je potřeba zaznamenat do některé ze vzorkovacích mřížek. Nejčastěji se používá čtvercová (obrázek 2.16) nebo hexagonální mřížka (obrázek 2.17).

Každé jedné buňce v mřížce odpovídá v digitalizované podobě jeden obrazový bod, který odpovídá určité části scény. Tento obrazový bod má konečné rozměry a je již dále nedělitelný.

Čtvercová mřížka je používána častěji i vzhledem k tomu, že je technicky snadno realizovatelná a její struktura odpovídá pravoúhlé reprezentaci obrazu. Výhoda hexagonální



Obrázek 2.16: čtvercová mřížka.



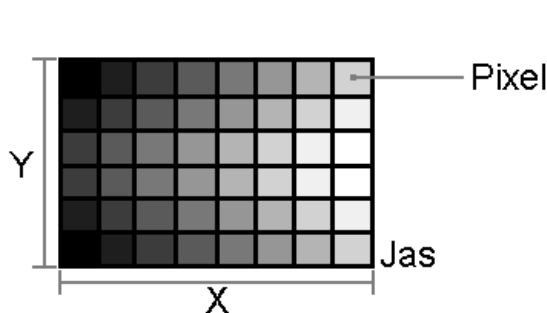
Obrázek 2.17: hexagonální mřížka.

mřížky je v jejím pravidelném uspořádání a stejné vzdálenosti šestice okolních bodů každého bodu. [18]

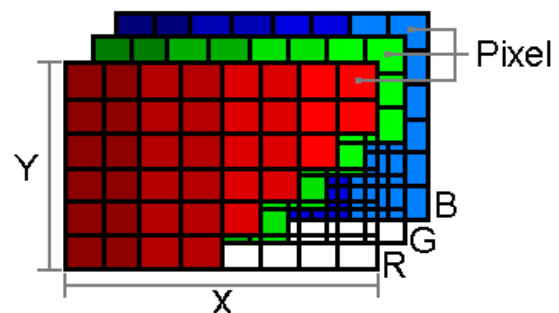
Vzhledem k odlišné struktuře a reprezentaci hexagonální mřížky od čtvercové je tvorba algoritmů pro takovou mřížku obtížnější. Další nevýhoda hexagonální mřížky je v jejím zápisu pomocí obrazové funkce, kterou nelze jednoduše definovat jako $g(m, n)$ pro čtvercovou mřížku.

V následujícím textu je uvažována pouze čtvercová vzorkovací mřížka.

Na obrázku 2.18 je příklad reprezentace šedotónového obrazu o rozměru $X \times Y$ obsahující jasové hodnoty. Obrázek 2.19 je příkladem reprezentace barevného obrazu o rozměru $X \times Y$ obsahující hodnoty jednotlivých RGB složek.



Obrázek 2.18: reprezentace obrazu s hodnotami jasu.



Obrázek 2.19: reprezentace obrazu s RGB hodnotami.

Způsob uložení obrazu

Obrazy v digitální podobě jsou ukládány v rastrové (bitmapové) podobě, protože obsahují velké množství barevných či jasových informací. Tento způsob reprezentace je pro ně vhodnější než vektorová reprezentace, která je vhodná pro ukládání základních geometrických primitiv (např.: bod, přímka, křivka, ...).

Celý obraz je uložen v souboru, který obsahuje data a přídatná metadata. Samotná obrazová data jsou reprezentována jednotlivými pixely umístěnými v mřížce. Metadata mající doplňkovou hodnotu vzhledem k uloženým datům. Obsahují údaje o rozlišení, barevné hloubce, datu vytvoření, nastavení expozice, názvu použitého fotoaparátu a další. V závislosti na druhu použitého souboru jsou data a metadata uložena dle své specifikace

datového formátu.

Nejčastěji používané formáty souborů pro ukládání obrazových dat [5]:

- JPEG – formát používaný pro uložení obrazu pomocí ztrátové komprese. Komprese je prováděna pomocí diskrétní kosinovy transformace. Nastavením větší míry komprese lze dosáhnout lepšího kompresního poměru, ale následek této komprese je vykoupen větší ztrátou původní informace. Existuje formát JPEG2000, který má díky vlnkové transformaci lepší kompresní poměr a nedochází k výrazné ztrátě obrazové informace.
- RAW – obrazový formát používaný převážně pro profesionální fotografii. Datové hodnoty jsou zapsány do souboru v takovém stavu, v jakém byly naměřeny pomocí snímače. Tato data a samotný formát lze označit jako „surový formát“, který obsahuje datovou hlavičku, popis expozice, popis uspořádání snímače a data naměřená přímo na snímači fotoaparátu. U těchto dat není prováděna komprese a veškeré výpočty nad daty se provádějí až v počítači pomocí specializovaných programů.
- TIFF – formát se ujal pouze u některých fotoaparátů kvůli velkému objemu dat a složitěmu popisu formátu. Použití tohoto formátu má smysl v případě, že je požadováno obraz uložit bez komprese a obraz bude dále zpracováván. Lze použít i bezeztrátovou kompresi pomocí CCIT Huffmanova kódování.
- PNG – obrazový formát, jehož specifikace nenechává prostor pro nekompatibilitu jako u složitějšího formátu TIFF. Používá bezeztrátovou kompresní metodu, i když kompresní poměr není tak kvalitní oproti jiným formátům. Formát je používán a rozšířen i na webových stránkách.

Podrobnější informace o těchto formátech lze najít v použité literatuře [5].

2.5 Vlastnosti fotografií

Za vlastnosti fotografie lze považovat hodnoty dat, které jsou obsaženy ve fotografii. Pomocí vlastností jako je např. rozložení hodnot v histogramu, množství šumu v obraze, velikost fotografie, věrnost barev a kompozice snímku lze kvantifikovat kvalitu snímků.

Histogram

Histogram představuje informaci o rozložení jasových úrovní v obraze a jejich četnost. Histogram obrazu s úrovní jasu $[0, \dots, L - 1]$ je diskrétní funkce

$$h(f_k) = q_k, \quad (2.4)$$

kde f_k je k -tá úroveň jasu v rozsahu $k = 0, \dots, L - 1$. Hodnota q_k je suma všech pixelů v obraze se stejnou úrovní jasu

$$q_k = \sum_{m=m_{\min}}^{m_{\max}} \sum_{n=n_{\min}}^{n_{\max}} g(m, n), \quad (2.5)$$

kde hodnota diskrétní funkce $g(m, n)$ na pozicích m a n je rovna dané úrovni jasu k .

Grafické znázornění histogramu je založeno na grafu, kde na vodorovné ose je znázorněná funkce f_k v rozsahu $k = 0, \dots, L - 1$ a na svislé ose je znázorněná četnost výskytů

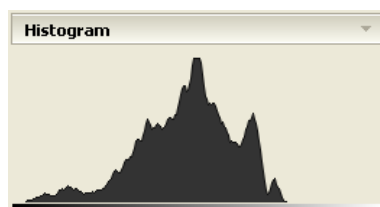
q_k daných úrovní jasu. V barevném obraze se používá pro každou barevnou složku (RGB) jeden histogram.

Barevné histogramy je možné sloučit do jednoho výsledného histogramu, který bude reprezentovat pouze jasovou složku barevného obrazu. Převod barevného modelu na obraz s intenzitou jasu se provádí v závislosti na lidském oku, které není stejně citlivé na všechny barevné složky. Pro převod se používá váhování koeficientů:

$$f = 0,299R + 0,587G + 0,114B, \quad (2.6)$$

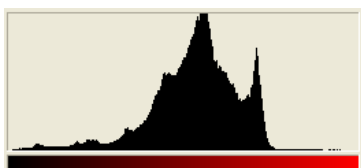
kde f je výsledná úroveň jasu a R, G, B odpovídá jednotlivým barevným složkám obrazu. [5]

Na obrázku 2.20 je ukázka histogramu intenzit jasu pro fotografii 2.6, která obsahuje scénu vyfotografovanou pomocí clony o velikosti $f22$. Na vodorovné ose se nacházejí úrovně jasu zleva od černé doprava po bílou. Na svislé ose se nachází suma jednotlivých úrovní jasu.

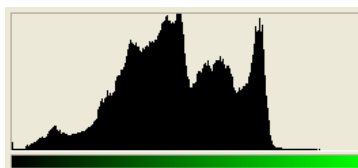


Obrázek 2.20: ukázka histogramu pro obrázek 2.6.

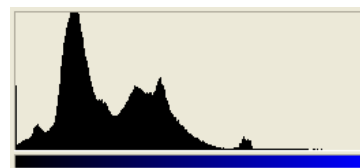
Na obrázcích 2.21, 2.22 a 2.23 jsou ukázány histogramy intenzit barevných složek pro fotografii 2.6. Sloučením barevných histogramů podle vzorce 2.6 do jednoho histogramu lze získat histogram rovnající se obrázku 2.20. Na vodorovné ose se nacházejí úrovně intenzit barev zleva od nejtmaší doprava po nejsytější. Na svislé ose se nachází suma jednotlivých úrovní barevných složek.



Obrázek 2.21: ukázka histogramu červené barevné složky.



Obrázek 2.22: ukázka histogramu zelené barevné složky.

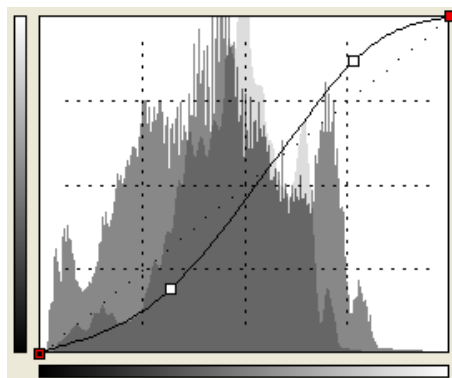


Obrázek 2.23: ukázka histogramu modré barevné složky.

S histogramem do jisté míry souvisí i barevné křivky, které slouží k úpravě fotografií.

Úpravy pomocí barevných křivek se používají zejména pro zvýšení či úpravu kontrastu fotografie a provádění barevných úprav ve fotografii. Při nastavení strmějšího sklonu křivky než 45° budou vstupní intenzity jasu (popřípadě zvolené barevné složky) nabývat většího kontrastu a obráceně. [4]

Použití barevných křivek znázorňuje obrázek 2.24 zachycující proces použití křivek pro fotografii 2.6, která obsahuje scénu vyfotografovanou pomocí clony o velikosti $f/22$. Ve spodní části obrázku se nachází pruh s přechodem od černé po bílou barvu označující intenzitu jasu vstupních pixelů a nad tímto pruhem se nachází histogram převážně ve středu této stupnice (zvýrazněný tmavší šedou barvou). V levé části obrázku se nachází další pruh s přechodem od černé po bílou barvu označující intenzitu jasu výstupních pixelů. Diagonálně z levého spodního rohu do pravého horního rohu je umístěná křivka pomocí které lze upravovat kontrast a barevnost fotografie. Upravený histogram pomocí této křivky je umístěn přes vstupní histogram. Upravený histogram pomocí křivek zabírá podstatně větší část intenzit jasu a je označen světlejším odstínem šedé.



Obrázek 2.24: ukázka použití barevných křivek pro obrázek 2.6.

Šum

Reálný obraz je často degradován díky náhodné chybě, která se běžně nazývá šum. Šum obrazu vzniká při snímání, přenosu a práci s obrazem. Tento šum může vážně znehodnotit výsledný obraz. Šum je běžně popsán pravděpodobnostní charakteristikou. Idealizovaný šum se nazývá bílý šum, protože bílý šum má konstantní výkonové spektrum nezávislé na frekvenci. S rostoucí frekvencí je jeho spektrum stejně velké. [21]

Ideálním případem by byla přítomnost nulového šumu, ale tento stav je ve fotografii těžce dosažitelný.

Obrázek 2.25 ukazuje graf vzniku šumu ve fotografii. Vznik šumu při snímání je způsoben především nedostatečným osvětlením, použitím větší citlivosti ISO, tepelným zářením předmětů, prachovými částicemi a jinými nečistotami. Všechny tyto problémy jsou následně zachyceny snímačem. Dalším místem pro vznik šumu je přenos dat ze snímače do paměti fotoaparátu a následně do počítače. Takový šum může vznikat inverzí bitu při přenosu dat. Poslední místo vzniku šumu je v samotném počítači, a to při zpracování obrazu pomocí používání grafických funkcí.

Ukázka reálného šumu v obraze je viditelná na přibližných částech fotografií v obrázcích 2.7, 2.8 a 2.9.



Obrázek 2.25: znázornění míst vzniku šumu.

Velikost fotografie

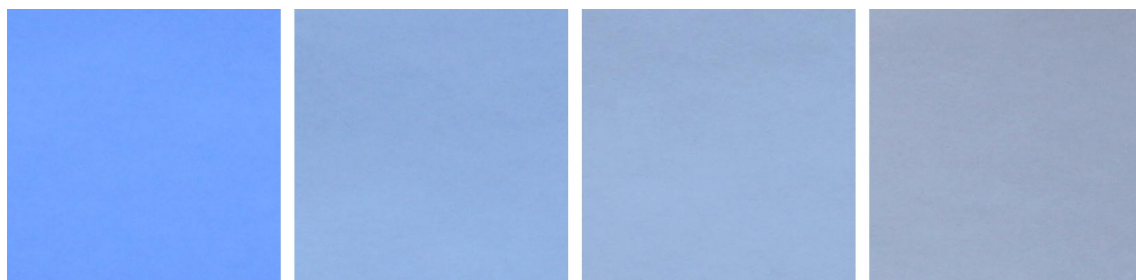
Rozlišení fotografie lze také chápat jako její metrickou vlastnost. Rozměr fotografie v *cm* nebo *palcch* lze spočítat z rozlišení v pixelech (*px*) a počtu bodů na jeden *palec* (*DPI*) a případným převodem na *cm*. Např. fotografie o velikosti 800 x 600 *px* a při 300 *DPI* bude mít velikost 2,6 x 2 *palce* čili 6,8 x 5,08 *cm*. Zjištěné metrické vlastnosti udávají jaká je skutečná velikost zachycené fotografie. Zjištěná metrická velikost fotografie ji následně předurčuje pro specifické použití (např.: dokladová fotografie, fotografie do fotoalba, plakát, billboard).

Věrnost barev

Věrnost barev coby vlastnost fotografie lze chápat podle toho, jak odpovídají barvy reprezentované v počítači opravdové skutečnosti snímané scény. Zaznamenané barvy mohou být šedotónové nebo barevné. Rozsah těchto barev může nabývat celému kvantovacímu rozsahu nebo pouze určité části rozsahu. Při snaze zaznamenat věrné podání barev vždy dochází k určitému zkreslení zapříčiněnému světelnými podmínkami a nastavení fotoaparátu.

Při použití určité části kvantovacího rozsahu nebo úpravou pomocí grafického editoru lze ve fotografii ponechat pouze určité barevné hodnoty (např. převod odstínů šedotónové fotografie pouze na černou a bílou barvu).

Na obrázku 2.26 jsou ukázány přibližné výřezy fotografií bílého papíru fotografovaného ve stínu denního světla při různém nastavení vyvážení bílé. Nejvěrněji zachycená barva odpovídající skutečnosti je na posledním výřezu zcela vpravo.



Obrázek 2.26: znázornění zachycení věrnosti barvy bílého papíru.

Obsah fotografie

Jakákoliv zachycené fotografie lze zařadit do určité skupiny fotografií podle obsahu zaznamenané scény, protože vždy obsahují určitý motiv, podle kterého lze klasifikovat.

Existuje celá řada kategorií fotografií, ale zde je výčet těch nejznámějších a nejobecnějších: krajina, portrét, sportovní námět, noční scéna, makro. A další více specifické kategorie: západ slunce, pláž, sníh, ohňostroj, párty, předměty, dokumenty, abstrakce a další.

Podle zařazení fotografie do jisté kategorie je taková fotografie předurčena pro případné další použití. Např.: u dokumentů pro archivaci, u krajiny pro tisk velkých fotografií, u portrétů pro zachycení podoby dané osoby atd.

Kompozice

Kompozice fotografie je nejhůře kvantifikovatelný parametr, protože se jedná o subjektivní ohodnocení daného snímku. Při zběžném pohledu na fotografii dokáže pozorovatel podvědomě rozhodnout, jestli ho fotografie oslovila či naopak.

Fotograf zachytí určitou scénu s různými objekty, jejich vlastnostmi a pomocí jím zvoleným nastavením fotoaparátu. Vytvořený snímek má „určitý“ umělecký, dokumentační nebo abstraktní rozměr a nemusí z něj být vždy patrné, co je jeho „cílem“, co má snímek „znázorňovat“, či co chtěl fotograf tímto snímkem „říct“.

2.6 Hodnocení kvality snímků

Analyzování a vyhodnocování kvality fotografií úzce souvisí s parametry nastavovanými při fotografování a výslednou reprezentací obrazu. Tyto údaje jsou zmíněny již v předchozím textu.

Pod pojmem analyzování a vyhodnocení kvality snímků je možné si představit proces, při kterém se postupně člověk nebo stroj zaměřuje na jednotlivé aspekty fotografie, anebo se zaměřuje na fotografii jako na celek. Příkladem zjišťovaných aspektů z fotografie může být jejich expozice, ostrost, přítomnost šumu, věrné podání barev a kompozice. Po analyzování požadovaných aspektů lze rozhodnout, jak je daná fotografie „zdařilá“ či které fotografie jsou „nejlepší“ a „nejkvalitnější“.

Hodnocení může probíhat pomocí lidského nebo strojového vyhodnocení dle určitých pravidel.

Lidské vyhodnocení

Divák hodnotící fotografii většinou intuitivně ví, co na dané fotografii je správně, špatně a co není ve fotografii zcela přirozené. Problém takového způsobu hodnocení spočívá v tom, že není vždy možné kvalitu správně ohodnotit a každé hodnocení diváka je zcela subjektivní.

Možnosti lidského hodnocení snímků podle různých hledisek:

- **Expozice** – zobrazením histogramu jasu fotografie je možné zjistit výslednou expozici obrazu. Správná expozice spočívá v zachování detailů v jasech i ve stínech. Žádné pixely by se neměly nacházet na levém ani pravém okraji. Histogram podexponované fotografie vykazuje špatnou expozici tím, že pixely jsou nakupené na levém okraji histogramu a v obrazu jsou čisté černé plochy bez kresby. Opačným případem je histogram přexponované fotografie. Pixely jsou nakupené na pravém okraji histogramu a v obrazu jsou čisté bílé plochy bez kresby. Není-li možné docílit správné expozice, je

potřeba upřednostnit detaily ve světlech. [8] Hodnocení je možné pomocí vyčtených hodnot z histogramu.

- Ostrost – kritérium při hodnocení ostrosti snímku je založeno na „hlavním“ objektu scény, který může být zachycen úmyslně ostře nebo rozmazaně. Toto hodnotící kritérium je použitelné za předpokladu, že je identifikován záměr zachycení hlavního objektu ostře (rozmazaně) a zaměření se na dosaženou ostrost (rozmazanost).
- Šum – pro vyhodnocení množství šumu je potřeba se podívat na přiblíženou fotografii a nalézt na jednolitých plochách šum v podobě nestejnobarevných pixelů. S rostoucím množstvím šumu klesá kvalita fotografie (neplatí u fotografií se záměrným šumem). Hodnocení je možné pomocí množství nalezeného šumu v obraze.
- Věrnost barev – barevné vyhodnocení fotografie je obtížné z pohledu člověka, protože každý má jinou barvocitlivost očí a používá jiná zobrazovací zařízení, která nedokážou věrně zobrazit skutečnou barvu. Hodnocení tímto kritériem je částečně možné za použití kalibrovaných zobrazovacích zařízení.
- Obsah – uspořádání, rozmístění a zachycení hlavních předmětů scény v dané fotografii. Podle druhu zachyceného obsahu může divák hodnotit výslednou kvalitu. Např.: u fotografií noční scény je zapotřebí, aby obraz nebyl rozmazán důsledkem pohybu fotoaparátu při delší době expozice.
- Kompozice – hodnocení fotografie člověkem je subjektivní a každý upřednostňuje jiné estetické kompozice objektů ve fotografii. Velmi obtížné hledisko hodnocení kvality snímků.

Strojové vyhodnocení

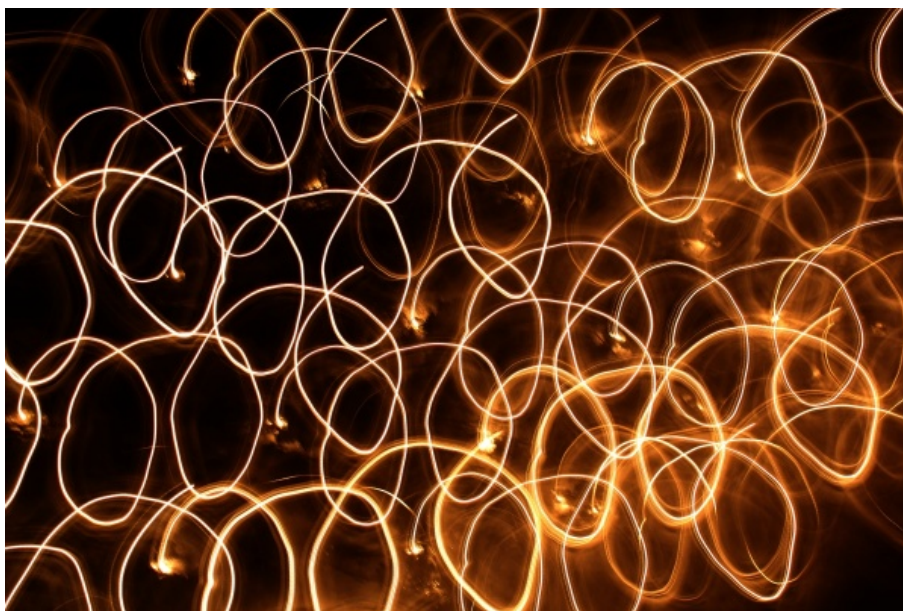
Vyhodnocení fotografií pomocí výpočetního výkonu umožňuje poskytnout přesné výsledky, které nejsou na první pohled zřetelné při hodnocení lidmi. Naopak tento způsob nedokáže vzít v potaz veškeré hodnotící faktory.

Možnosti strojového hodnocení snímků podle různých hledisek:

- Expozice – posouzení kvality expozice je možné provést i strojově pomocí vyhodnocení histogramu. Jsou-li v histogramu zastoupeny téměř všechny úrovně barevných nebo jasových hodnot, je možné provést hodnocení s tímto histogramem. Tento případ ovšem neplatí vždy, protože např. u noční fotografie zachycující vzdálené projíždějící auto bude histogram zcela odlišný. Pixely takové fotografie budou odpovídat černým či velmi tmavým hodnotám barev a jenom malá část bude obsahovat hodnoty světlejších barev. Vyhodnocení podle histogramu takové fotografie je obtížnější, protože je potřeba se zaměřit pouze na světlejší část a provést vyhodnocení podle lokálního histogramu.
- Ostrost – základní předpoklad ostrosti fotografie vychází z toho, že s rostoucí ostrostí fotografie roste i energie fotografie. Tento předpoklad je možné splnit např. u fotografie krajiny, kde je záměrem zachytit celou krajinu co nejostřeji. Ovšem existují případy, kde je tvrzení o vyhodnocení ostrosti fotografie obtížnější. Takovýmto případem může být fotografie bílé stěny, na které se nenachází žádné ostré hrany či zlomy. Bez přídatných informací je strojové hodnocení obtížnější. Pro další vyhodnocení je potřeba znát, zda-li s rostoucí ostrostí fotografie roste i její kvalita.

- Šum – vyhodnocení šumu v obraze je proveditelné za předpokladu, že při hodnocení je známo, o jaký typ šumu se jedná a jaká je jeho charakteristika. Při vyhodnocení ovšem nelze bez dalších údajů zjistit, zda je šum v obraze nežádoucí, nebo je to záměr fotografa, který tento šum úmyslně vložil do fotografie.
- Věrnost barev – takřka nemožné kritérium, protože každá fotografie obsahuje jiné objekty a osvětlení s danými barevnými vlastnostmi. Stroje v současné době nedokáží vyhodnotit barevné podání fotografie, protože neznají barevné vlastnosti objektů a světél ve fotografii.
- Obsah – vyhledávání objektů obsažených v zachycené scéně je velmi obtížné, protože existuje nepřeberné množství objektů, které lze zachytit. Existují přístupy, jak ve fotografii vyhledat postavu, auto, zvíře, přímku, geometrický tvar či daný předmět, ale nikdy nebude stroj schopen všechny tyto předměty zcela správně rozpoznat. Rozpoznáním objektu lze klasifikovat tuto fotografii do určité skupiny.
- Kompozice – takřka nemožné kritérium hodnocení, protože každá fotografie obsahuje jinou scénu. Stroje v současné době nedokáží vyhledávat všechny objekty scény a hodnotit jejich estetické umístění a uspořádání ve fotografii.

Příklad fotografie k vyhodnocení je na obrázku 2.27. Při lidském hodnocení lze z fotografie vytušit, že autorův záměr bylo zachytit noční abstraktní scénu s rozmazanými křivkami. Při strojovém hodnocení je tento uživatelův záměr těžko rozeznatelný. Stroj by vyhodnotil tuto fotografii jako podexponovanou, s nesprávně vyváženým histogramem, rozmazanou a bez žádného obsahu či hlavního motivu.



Obrázek 2.27: ukázka abstraktní fotografie.

Kapitola 3

Programy pro práci s fotografiemi

V této kapitole jsou sepsány příklady různých zástupců grafických programů pro zpracování a analýzu fotografií uložených v rastrové podobě. Dále se zde nachází rozbor možností tvorby takovýchto programů.

První část kapitoly je zaměřena na rozbor zástupců klasických aplikací, které jsou instalovány přímo v počítači daného uživatele. Druhá část kapitoly je zaměřena na rozbor zástupců serverových aplikací, které jsou dostupné přes internet pomocí webového prohlížeče. Závěrečná část kapitoly se věnuje tvorbě různých druhů grafického softwaru.

Jednotlivé podkapitoly zabývající se stručným představením daného grafického nástroje jsou zaměřeny na rozbor: funkcí programu, poskytovaného rozhraní, výhod i nevýhod programu a na ukázky daného programu. V poslední části zabývající se tvorbou softwaru jsou uvedeny různé prostředky pro vývoj, specifické přístupy vývoje a možnosti nasazení.

V popisu aplikací se předpokládá alespoň základní znalost grafických editorů a práce s nimi. Pro lepší pochopení popisu editorů je vhodné si daný editor spustit nebo si k němu případně najít doplňující informace.

3.1 Klasické aplikace

Nejčastějším způsobem práce s fotografií je její zpracování a úprava pomocí grafických nástrojů nainstalovaných lokálně přímo v počítači, které lze považovat za druh klasických aplikací.

Všechny lokální aplikace jsou závislé na architektuře počítače (operační systém, dostupný software a hardware) a pro svůj výpočet nemají jiné prostředky než pouze dostupný hardware počítače.

Výhoda aplikací instalovaných přímo v počítači spočívá v jejich neustále připravenosti k použití. Aplikace umožňují široké spektrum úprav, podporují nejrůznější datové formáty, využívají veškerý dostupný výpočetní výkon a nejsou vázány na připojení k počítačové síti. Všeobecná nevýhoda je v zastarávání instalovaných verzí oproti jejich aktuálním verzím, závislost na používaném druhu hardwaru a s tím souvisejícím výkonem a dodržování licenčních podmínek (platba za licence).

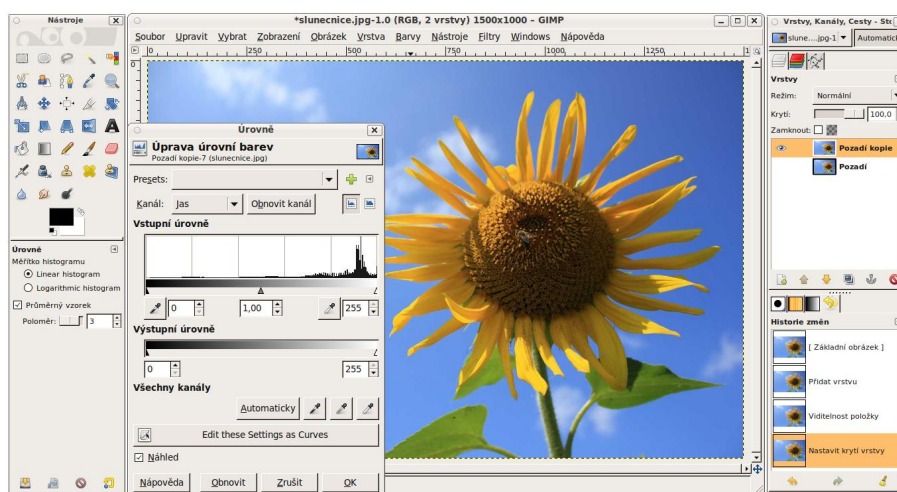
Následující části textu pojednávají o zástupcích grafických editorů (Gimp, Google Picasa, Adobe Photoshop a Zoner Photo Studio) instalovaných v počítačích. U popisu editorů jsou uvedeny všeobecné vlastnosti editoru, možnosti práce v editoru, zpracování a analyzování fotografií, zhodnocení editoru a příklad grafického rozhraní editoru.

Gimp 2.6

Grafický nástroj pro práci s fotografiemi je šířen pod licencí GPL, která je volně dostupná na internetových stránkách výrobce [26].

Popis programu: rozložení oken, které jsou součástí programu a zobrazí se po spuštění, jsou velice podobné programu Adobe Photoshop. Mezi hlavní okna programu patří okno s fotografií umístěnou ve středu obrazovky, okno hlavního menu a stavového řádku umístěného po stranách. Další dvě postranní okna se zabývají nabídkou nástrojů a informacemi o vrstvách, barevných kanálech a cestách.

V okně s fotografií jsou v hlavním menu položky pro práci se souborem, úpravy, výběr a zobrazení celé fotografie, položky pro práci s vrstvami, se správou barev, nástroje pro úpravu fotografie, obrazové a grafické efekty a v neposlední řadě nápověda. Postranní okno s nástroji umožňuje jejich snadné použití pro provedení potřebných úprav. Druhé postranní okno informuje o vlastnostech jednotlivých obrazových vrstev. Dále toto okno zobrazuje informace o barevných kanálech, o historii změn a případná nastavení používaných nástrojů.



Obrázek 3.1: grafický nástroj Gimp 2.6.

Výhody a nevýhody: výhody tohoto editoru jsou v možnosti používání pod licencí GPL, upravování fotografií pomocí kreslicích a retušovacích nástrojů, používání vrstev, kanálů a masek. Další výhody jsou v úpravě barevného podání fotografie, barevných křivek, v práci s histogramem a s neznámějšími rastrovými grafickými formáty. Nevýhoda GIMPu spočívá v jeho podobném vzhledu, jako nabízí Adobe Photoshop, který může budít dojem stejně výkonného programu, ale uživatelské rozhraní se od Adobe Photoshopu liší a některá omezení editoru jsou omezující a nevhodná pro profesionální používání. Další velkou nevýhodou je použití pouhých 8 bitů na jeden barevný kanál, což činí omezení při barevných úpravách [6]. Více informací lze nalézt v použité literatuře [6] a [26].

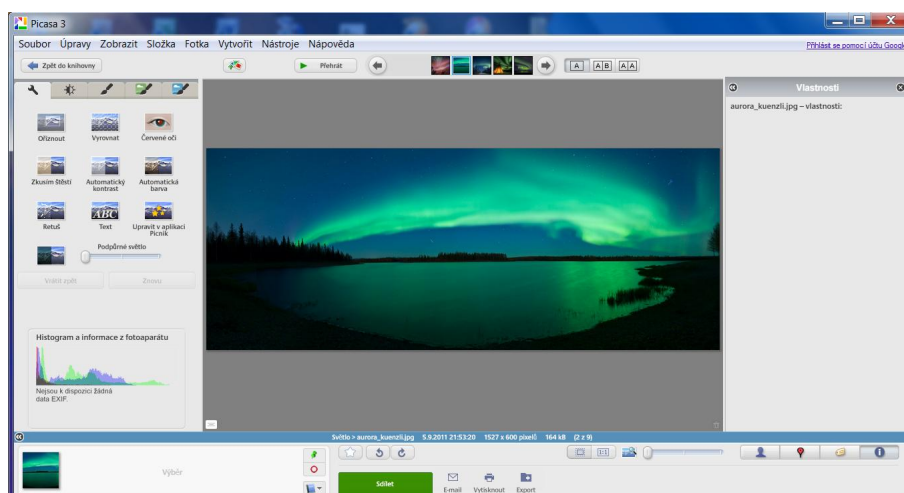
Na obrázku 3.1 je znázorněno rozhraní programu. V prosinci 2011 byla k dispozici verze programu GIMP 2.6, která se může lišit od aktuální dostupné verze.

Google Picasa 3.9

Program Picasa 3.9 je jednou z nabízených služeb společnosti Google. Program je šířen zdarma bez licenčních poplatků.

Popis programu: funkce celého programu je rozdělena do několika částí: správa, úprava, sdílení a archivace fotografií. Okno celého programu je rozděleno na následující části: nabídku s tlačítky úloh obsahující rozbalovací nabídky umožňující práci s fotografiemi, knihovna nacházející se v levé části programu obsahující seznam importovaných složek s fotografiemi, přihrádka s fotografiemi ve spodní části sloužící především jako miniaturní náhled na fotografie a okno zobrazení zabírající hlavní část programu obsahující náhledy fotografií z příslušné složky. [10]

Pomocí správy fotografií je možné organizovat, prohledávat, třídit a spravovat fotografie. Hlavní část programu je zaměřena na úpravu fotografií. Při upravování fotografií je možné provádět základní úpravy (oříznutí, úprava rozměrů, oprava červených očí, automatická oprava kontrastu a barev), doladění vlastností fotografie (úprava světla, stínů, teploty barev) a přidání efektů (doostření, rozmazání a grafické efekty). Vytvořené fotografie je možné sdílet pomocí webové fotogalerie společnosti Google. Archivování fotografických dat je možné provést zálohováním na CD a DVD. Program také nabízí rozhraní umožňující prohlížení a prezentaci uložených fotografií.



Obrázek 3.2: grafický nástroj Google Picasa 3.9.

Výhody a nevýhody: výhody tohoto grafického nástroje jsou v jeho jednoduchosti používání, volné šířitelnosti a provázanosti s webovou fotogalerií. Nevýhoda programu je v jednoduchosti, která neskýtá pokročilé úpravy fotografií, práci s vrstvami a úpravu obrazových dat, jak je tomu například v propracovanějších grafických nástrojích.

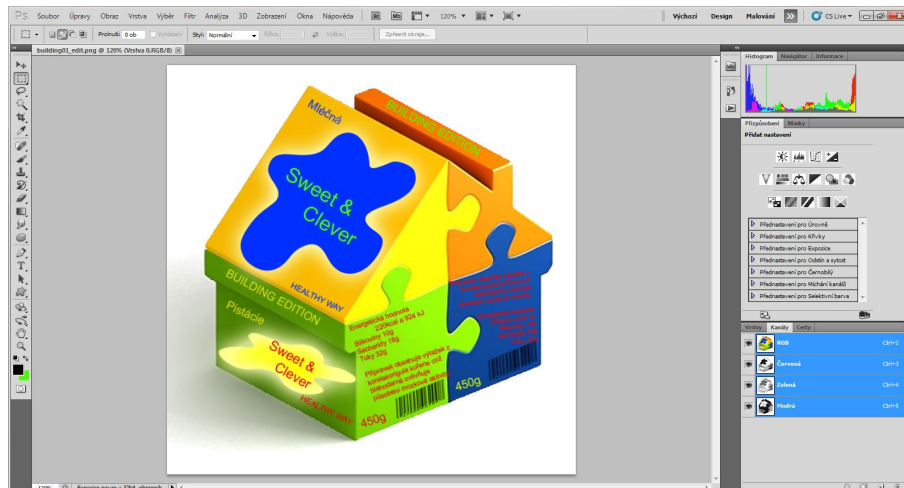
Na obrázku 3.2 je znázorněné uživatelské prostředí programu Picasa - verze 3.9. V současnosti se dostupná verze programu může lišit od popisované verze z prosince 2011. Další informace lze najít v literatuře [10].

Adobe Photoshop CS5

Jedná se o jeden z nejrozšířenějších grafických editorů sloužící pro práci s fotografií vydaný společností Adobe. Photoshop CS5 je možné používat po zakoupení příslušné licence nebo je možné využít 30ti denní dobu na vyzkoušení si produktu zcela zdarma a posléze provést rozhodnutí o zakoupení licence.

Popis programu: celý program má grafické uživatelské rozhraní, které je rozděleno do několika částí: hlavní menu s položkami, aplikační pruh, stavový řádek, panel nejčastěji používaných nástrojů, hlavní okno se zpracovávanou fotografií a další panely nástrojů obsahující především historii úprav, zobrazení používaných vrstev a navigátor.

V hlavním menu lze nalézt tyto skupiny položek: soubor (práce se souborem), úpravy (přechod mezi provedenými kroky, vkládání a kopírování, nastavení a předvolby programu), obraz (práce s obrazem, velikost obrazu a plátna, ořezávání, přizpůsobení nastavení obrazu), vrstva (rozsáhlá nabídka zaměřující se na práci s vrstvami, vytvoření, duplikaci, použití masek, seskupování), výběr (práce s označenými obrazovými daty), filtr (obrazové a grafické úpravy snímků), analýza (výpočty nad specifickými daty), 3D (práce s vrstvami a 3D objekty), zobrazení (možnosti zobrazení a náhledu zpracovávaného obrazu), okna (zobrazování a skrývání oken s nástroji) a nápověda. Aplikační pruh poskytuje přepínací tlačítka (zvětšení okna, uspořádání dokumentů, režim zobrazení) a přepínač pracovní plochy (výchozí, design, malování, fotografování a další). Stavový pruh zobrazuje informace o aktuální prováděné operaci a o použitém nastavení. Panely nástrojů obsahují nejběžnější nástroje pro práci s obrazem. Ostatní okna s nástroji mají specifickou funkčnost. Další a podrobnější informace o funkcích jednotlivých položek lze nalézt v nápovědě nebo v literatuře [16].



Obrázek 3.3: grafický nástroj Adobe Photoshop CS5.

Výhody a nevýhody: výhody Adobe Photoshop CS5 spočívají v možnosti používat propracovaný grafický nástroj pro práci s fotografiemi. Lze v něm upravit fotografii za použití vrstev, zjištění histogramu, úpravy barevných křivek, nastavení barevných vlastností (jas, kontrast, odstíny, sytost, atd.), retušovacích nástrojů, výběrů požadovaných oblastí a používání masek. Další výhodou programu je v podpoře a možnosti načítání a ukládání nejznámějších grafických formátů. Nevýhodou tohoto produktu spočívá v potřebě zakoupení

Na obrázku 3.3 je znázorněné uživatelské prostředí programu. V současnosti dostupná verze programu se může lišit od popisované verze z prosince 2011.

Jde o grafický nástroj sloužící k hromadné správě fotografií, jejich editaci a publikování. Zoner Photo Studio 14 je možné využívat po zakoupení licence, nebo zde existuje i 30ti denní zkušební verze poskytovaná zdarma.

Okno správce v sobě zobrazuje několik oken, která se starají o správu fotografií. Nej-
používanější okna - navigátor a průzkumník - slouží pro práci se soubory a složkami. Dále
zde mohou být zobrazena okna s náhledem a informacemi o fotografii a okno akce umožňu-
jící rychlý přístup k operacím s fotografií. V okně prohlížeč je možné prohlížet snímky
v dostatečné velikosti s informacemi o nastavení při fotografování a se zobrazeným his-
togramem. Tímto přístupem lze zjistit kvalitu snímků. Pomocí okna prohlížeč je možné
provádět i projekci snímků. Podrobnější informace o správě a prohlížení fotografií lze na-
lézt v použité literatuře [12] a [13]. Okna editor nabízí nástroje, filtry a funkce pro celkové
úpravy snímků. V tomto okně je možné provádět úpravu fotografií za pomoci nástrojů pro
výběr, změny perspektivy, ořezání, vkládání textu, retušování, úpravu barev, barevných
křivek a automatickou úpravu fotografií. V posledním okně RAW je možné zpracovávat
souborový formát RAW. V tomto okně je možné zobrazit náhled fotografií v souboru RAW,
provádět jejich úpravu a výslednou podobu exportovat do výsledného formátu. Podrobnější
informace o editaci fotografií a formátu RAW lze nalézt v použité literatuře [14] a [15].



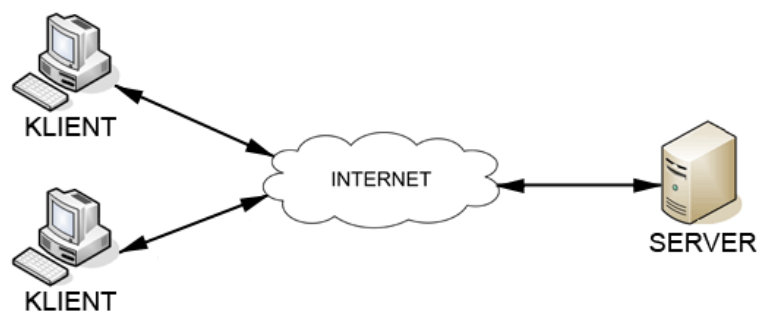
Výhody a nevýhody: výhoda programu Zoner Photo Studio 14 spočívá především v přehledném nástroji pro správu velkého množství fotografií, jejich prezentaci, jednoduché editaci, zobrazení podrobných informací a v uživatelském přizpůsobení takřka veškerých položek programu. Ocenitelnou výhodou programu je možnost využívat automatického zpracování pořízených fotografií podle použitých funkcí a filtrů. Nevýhoda programu spočívá v potřebě zakoupení licence a ve stárnutí softwaru vzhledem k nejnovější verzi. Mezi ostatní nevýhody lze zařadit pouze základní možnosti úpravy části fotografie a ne vždy dokonalé automatické úpravy fotografií.

Obrázek 3.4 znázorňuje rozhraní s oknem správce. V současnosti dostupná verze programu se může lišit od popisované verze z prosince 2011.

3.2 Klient-server aplikace

Zpracovávat a analyzovat fotografie lze také prostřednictvím služeb poskytovaných na internetu.

Všechny takto poskytované služby jsou založeny na výpočetní architektuře systému *klient-server*. Pomocí internetového prohlížeče se uživatel, coby *klient*, připojuje k dané službě spuštěné na vzdáleném počítači, výpočetním *serveru*, přístupném přes internet. Znárodnosti architektury klient-server je na obrázku 3.5.



Obrázek 3.5: architektura klient-server.

Všeobecná výhoda takovýchto systému spočívá v jednoduchém zpřístupnění služby. Klienti s různým hardwarem, operačním systémem a dalším softwarem v počítači mohou přistupovat k této službě prostřednictvím prohlížeče a nemusí instalovat žádný další software do počítače. Server využívá výhod poskytování služeb nejrozličnějším klientům a díky jeho činnosti mimo klienta je možné rychle reagovat na vývoj nových funkcí a na implementaci účinnějších algoritmů. Provedení změny funkcí je přístupné klientovi takřka ihned. Další výhody jsou v poskytování služeb bez poplatků a použití i na mobilních platformách za předpokladu, že uživatel má potřebný software pro spuštění editoru.

Nevýhoda takovýchto služeb je v potřebě být neustále připojen k internetu i pro jednoduché úpravy fotografií a závislost na službách druhých, které nemusí být vždy dostupné.

Následující části textu pojednávají o zástupcích takovýchto editorů (Adobe Photoshop Express Editor, FotoFlexer, Online Web Photo Editor, Pixlr Editor, Splashup) přístupných na internetu. U popisu editorů jsou uvedeny možnosti práce s fotografií, analyzování vlastností fotografie a ukázka uživatelského rozhraní editoru.

Adobe Photoshop Express Editor

Patří k velmi jednoduchým online nástrojům pro editaci fotografie. Podporuje nahrávání fotografie ve formátu jpg s maximálním rozlišením 16 megapixelů. Po nahrání fotografie existují dvě možnosti její úpravy.

Popis programu: první možnost úpravy nabízí tři skupiny úprav. Základní úpravy: ořezání, změna velikosti, nastavení expozice, redukce červených očí, saturace, automatická korekce osvětlení a kontrastu. Nastavení fotografie: vyvážení bílé, úprava světlosti fotografie, zesvětlení a ztmavení vybraných míst, rozmazání a zostření fotografie. Přidání efektů: krystalizace, zvětšení pixelů, ponechání pouze jedné zvolené barvy v obraze, převedení všech barev v obraze na jeden barevný odstín a další efekty. Při práci je možné používat zvětšený náhled a vracet se v posloupnosti provedených úprav zpět a vpřed.

Druhá možnost úpravy spočívá v přidání nápisů, poznámek, jednoduchých barevných obrázků a rámečků. Přidanou dekoraci je možné přetažením umístit na libovolné místo, nastavit jí příslušnou velikost a průhlednost.

Po ukončení změn fotografie je možné ji uložit zpátky do počítače nebo publikovat ve fotogaleriích či na sociálních sítích.



Obrázek 3.6: grafický nástroj Adobe Photoshop Express Editor.

Výhody a nevýhody: pro pokročilou práci je tento nástroj zcela nevhodný. Aplikace nabízí velmi omezené možnosti úpravy fotografie. Při práci se převážně používají náhledy bez hodnotového udání změny příslušné operace. Program neumožňuje pracovat s histogramem, upravovat barevnou křivku, pracovat s jednotlivými složkami barevného modelu. Dále s ním nelze docílit práci s výběrem oblastí, kreslení, retušování a práci s vrstvami. Výhoda tohoto editoru je v jeho jednoduchosti a rychlém zpracování fotografie především pro rychlé publikování na internetu.

Ukázka pracovního prostředí se nachází na obrázku 3.6. Nástroj je dostupný pomocí odkazu v literatuře [1]. Výše uvedené poznatky byly zjištěny z aktuálně dostupné verze v prosinci 2011 a současná verze může obsahovat změny.

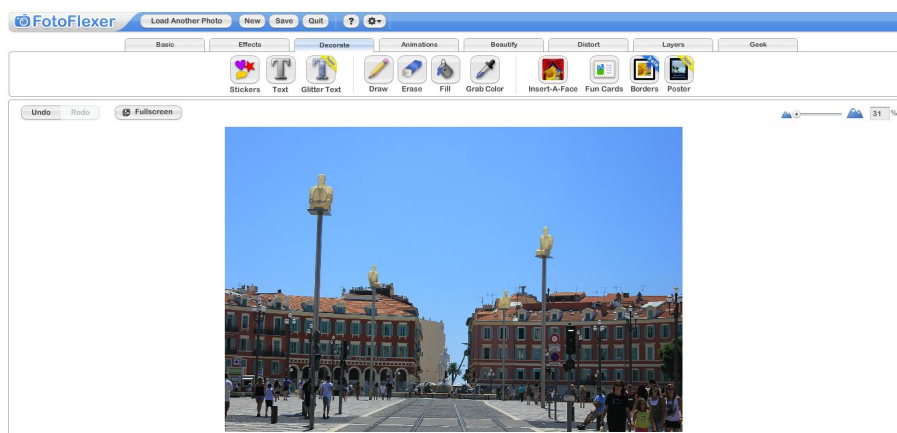
FotoFlexer

Je přehledný grafický editor pro úpravu fotografií, který podporuje formáty jpg, gif a png. Editor nabízí různé skupiny nástrojů pro úpravu fotografie.

Popis programu: mezi funkce použitelné v základní skupině nástrojů patří: práce s rozměry, natočení, automatická úprava a úprava barevného podání fotografie (saturace, kontrast, jas). Další tři skupiny nástrojů umí přidat do fotografie grafické efekty (historická fotografie, obrysy, umělecký vzhled, atd.), dekorace (text, barevné obrázky, rámečky a ruční kreslení) a vložení animovaných prvků. S fotografií lze provádět i její rozmazání, zostření a deformaci.

Za zajímavé vlastnosti lze považovat jednoduchou práci s více vrstvami, které lze vkládat, slučovat, vybírat, měnit pořadí a nastavovat průhlednost. Navíc jsou v tomto nástroji funkce pro změnu barev obrázku na barvy jiné, možnosti pro výběr určité jeho části a práce s barevnými křivkami.

Po ukončení úprav ve fotografii je možné ji zpátky uložit do počítače nebo publikovat na internetu.



Obrázek 3.7: grafický nástroj FotoFlexer.

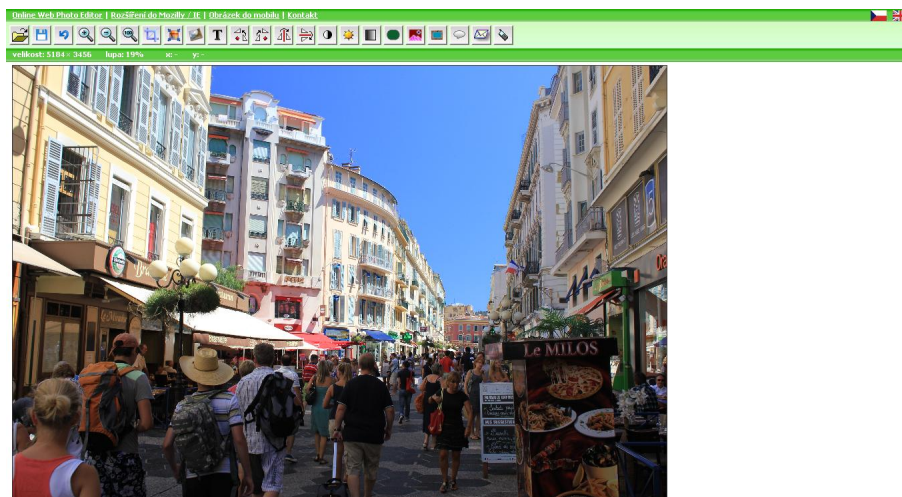
Výhody a nevýhody: nástroj nabízí spoustu možností úpravy fotografie, její vylepšení, a je možné s ním pracovat pomocí přehledného uživatelského rozhraní, ale není zcela vhodný pro pokročilé změny fotografie. Nevhodnost nástroje pro pokročilé úpravy spočívá ve zdlouhavém načítání fotografií s velkým rozlišením, není zde možné pracovat s histogramem a expozicí fotografie, chybí i pokročilá správa vrstev a propracovanější možnosti práce s kreslením, retušováním a výběry.

Na obrázku 3.7 je zachyceno uživatelské rozhraní editoru. Nástroj je dostupný pomocí odkazu v literatuře [2]. Výše uvedené poznatky byly zjištěny z aktuálně dostupné verze v prosinci 2011 a současná verze může obsahovat změny.

Online Web Photo Editor

Jedná se o nástroj českého tvůrce pro základní úpravu fotografií podporující formáty jpg, gif a png. Editor nabízí prostý vzhled a jednoduché funkce při úpravě fotografií.

Popis programu: pro editaci fotografie lze použít nástroje pro zvětšení, ořezání, změnu velikosti, otočení, převrácení a vložení dekorace (obrázek, text, rámeček). Obsahuje možnosti pro úpravu kontrastu, jasu a převod do odstínu šedi. Upravenou fotografii je možné následně uložit do počítače.



Obrázek 3.8: grafický nástroj Online Web Photo Editor.

Výhody a nevýhody: výhoda editoru spočívá v jeho jednoduchém vzhledu, přímém používání a v pohodlné úpravě fotografie za předpokladu, že je potřeba provést jednoduchý zásah (např. ořezání). Tento editor je zcela nevhodný pro jakoukoliv pokročilou práci s fotografií, protože nenabízí takřka žádné prostředky pro práci s barvami, pro kreslení, retušování, správu vrstev atd.

Ukázka rozhraní editoru je na obrázku 3.8. Nástroj je dostupný pomocí odkazu v literatuře [20]. Výše uvedené poznatky byly zjištěny z aktuálně dostupné verze v prosinci 2011 a současná verze může obsahovat změny.

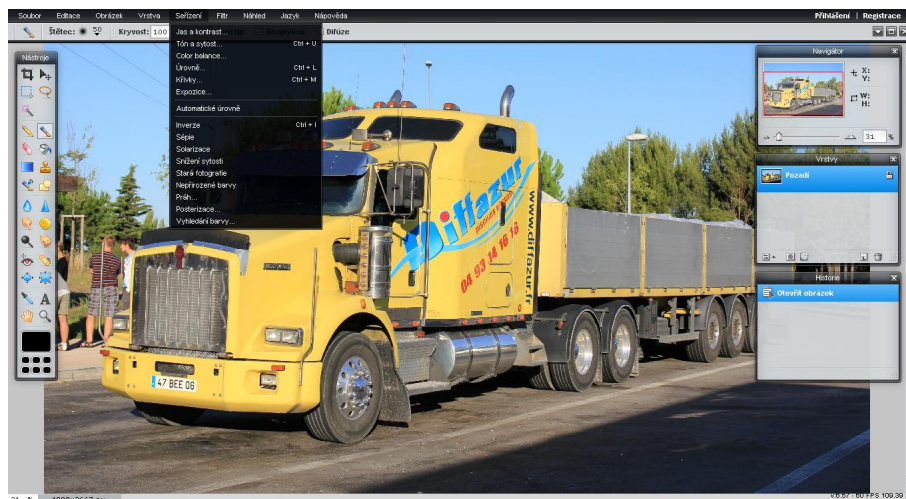
Pixlr Editor

Je velice zajímavý online editor podobný svým vzhledem, ovládáním a použitím programům Adobe Photoshop nebo Gimp.

Popis programu: uživatelské rozhraní editoru (obrázek 3.9) je rozděleno na několik částí: hlavní menu, stavový řádek, okno s nepoužívanějšími nástroji, okno s fotografií a okna obsahující navigátor, vrstvy a historii.

V hlavním menu se nacházejí položky: soubor (práce se souborem), editace (úprava, výběr a změny obrazu), obrázek (velikost a natočení plátna), vrstva (práce s vrstvami), úpravy (úprava barev), filtr (aplikace obrazových filtrů), náhled (navigace a přiblížení fotografie), jazyk (volba jazyka) a nápověda. Stavový řádek obsahuje informace o přiblížení, rozměru fotografie, verzi programu, počtu zobrazovaných snímků za sekundu a o velikosti potřebné

paměti. Zobrazená okna v editoru mají své vlastnosti podle jejich obsahu, který je jednoduše odvoditelný z názvu a obsahu. Při používání nástrojů z hlavního menu nebo z okna nástrojů se zobrazí možnosti použití takového nástroje v novém okně nebo přímo v řádku pod hlavním menu. Vytvořené úpravy fotografií je možné následně uložit do počítače nebo na internet (fotoalba, sociální sítě).



Obrázek 3.9: grafický nástroj Pixlr Editor.

Výhody a nevýhody: použitelnost Pixlr editoru je velmi slibná, protože nabízí známé rozhraní z jiných grafických editorů s přehledným uspořádáním, obsahuje přehledně tříděné funkce v hlavním menu především pro práci s barevným podáním fotografie, přidávání obrazových filtrů a práci s vrstvami. Editor je vhodnou alternativou ke grafickým programům používaným v počítači a na internetu patří mezi skupinu nejlepších. Nevýhody editoru spočívají spíše ve všeobecných nevýhodách (nutnost připojení k internetu, přenos velkého množství dat).

Nástroj je dostupný pomocí odkazu v literatuře [25]. Výše uvedené poznatky byly zjištěny z aktuálně dostupné verze v prosinci 2011 a současná verze může obsahovat změny.

Splashup

Jedná se o online fotoeditor podobný svým vzhledem, částečně i ovládáním a použitím programům Adobe Photoshop nebo Gimp.

Popis programu: uživatelské rozhraní (obrázek 3.10) obsahuje několik částí: hlavní menu, okno s nejpoužívanějšími nástroji, okno s fotografií a okna obsahující navigátor, vrstvy a historii.

V hlavním menu se nacházejí položky: soubor (práce se souborem), editace (kopie, vložení a pohyb mezi provedenými úkony), obraz (velikost obrazu a plátna), vrstvy (práce s vrstvami), výběr (práce s vybranými body), filtry (obrazové filtry a práce s barvami), náhled a nápověda. Zobrazená okna, používané nástroje a ukládání fotografie mají stejnou funkčnost jako je uvedeno v Pixlr Editoru.



Obrázek 3.10: grafický nástroj Splashup.

Výhody a nevýhody: výhoda Splashup editoru spočívá v jeho vzhledu podobnému jiným grafickým editorům a v možnosti používat funkce, které jsou oproti podobným online editorům částečně nadstandardní. Nevýhoda spočívá v jeho relativně omezeném množství funkcí, oproti profesionálním grafickým editorům, a použitelnosti uživatelského rozhraní, protože je obtížné si přizpůsobit rozmístění oken editoru dle vlastní potřeby.

Nástroj je dostupný pomocí odkazu v literatuře [7]. Výše uvedené poznatky byly zjištěny z aktuálně dostupné verze v prosinci 2011 a současná verze může obsahovat změny.

3.3 Tvorba softwaru pro práci s fotografiemi

Vytváření grafických programů pro zpracování fotografie a její analyzování lze rozdělit do dvou skupin. První skupina obsahuje aplikace vytvářené pro lokální instalaci a používání programu na počítači. Druhá skupina aplikací obsahuje programy vyvíjené pro prostředí internetu a pro vzdálené přistupování k těmto službám pomocí webového rozhraní.

V procesu tvorby aplikace je potřeba vytvořit čtyři základní bloky, které budou zastávat určité funkce. Funkční bloky potřebné pro tvorbu aplikace:

- Uživatelské rozhraní – komunikační rozhraní, které zprostředkovává uživateli dostupné funkce aplikace.
- Obsluha uživatelského rozhraní – stará se o zobrazování uživatelského rozhraní, načítá požadavky zadané uživatelem, předává je jádru aplikace a navrací výsledek zpět uživateli.
- Datové uložení – obslužné zařízení, které se stará o práci se soubory (čtení, zápis, editace).
- Zpracování požadavků – jádro aplikace se stanoveným rozhraním, které zpracovává požadavky zadané od uživatele.

Na obrázku 3.11 jsou znázorněny funkční bloky při tvorbě aplikace, které je potřeba vytvořit. Umístění jednotlivých funkčních bloků na straně klienta nebo serveru závisí na zvolené architektuře aplikace a jejím pojetí.



Obrázek 3.11: znázornění funkčních bloků aplikace.

Nástroje pro tvorbu softwaru

Pro tvorbu lokálního a síťového softwaru je potřeba zvolit dané vývojové prostředí, programovací jazyk a přídatné knihovny.

Zástupci vývojových prostředí pro tvorbu softwaru s jejich stručným popisem:

- Microsoft Visual Studio – vývojové prostředí společnosti Microsoft. Prostředí slouží k vývoji softwaru po dobu celého jeho životního cyklu (návrh, tvorba, testování a nasazení). Výsledkem vývoje mohou být konzolové aplikace nebo aplikace s grafickým rozhraním. Microsoft Visual Studio jako celek se skládá z více nástrojů, z nichž nejčastěji používané jsou editor kódu a debugger. Další nástroje jsou určeny pro testování, tvorbu grafického rozhraní i www rozhraní, pro práci s databázemi a používání dalších rozšiřujících modulů. Visual Studio především podporuje práci v programovacích jazycích C, C++, C# a dalších jazycích za použití rozšíření. Další informace o Microsoft Visual Studiu lze nalézt v literatuře [17].
- Qt Creator – multiplatformní vývojové prostředí pro vývoj především grafických aplikací za pomoci knihovny Qt. Tento nástroj obsahuje editor pro psaní v jazyku C++ a JavaScriptu, integrovaný designer, debugger, správu verzí a simulátor pro testování mobilních aplikací. Další podrobnosti o tomto vývojovém prostředí lze nalézt v literatuře [19].
- NetBeans – open-source vývojové prostředí. Nástroj slouží pro vývoj, testování a ladění konzolových či grafických aplikací a www rozhraní. NetBeans podporuje především programovací jazyky Java, C, C++, PHP a další za použití přídatných modulů, které rozšiřují prostředí o programovací jazyky a nové funkce. Podrobnosti o produktu jsou uvedeny na internetových stránkách výrobce [22].
- Specializované vývojové prostředí – skupina vývojových prostředí zaměřených na vývoj webových rozhraní a propojování aplikací k těmto službám. Do této skupiny lze zařadit vývojové nástroje od textových editorů přes objektové editory až po editory WYSIWYG (editory pracující s reálným náhledem vytvářené aplikace).

Volba programovacího jazyka a přídatných knihoven závisí na zvoleném druhu vyvíjeného softwaru a jeho použití. V následujících dvou podkapitolách jsou uvedeny možnosti jejich použití.

Tvorba klasických aplikací

Tvorba lokálních aplikací spočívá ve vytvoření jediného funkčního bloku, který bude v sobě obsahovat již dříve zmíněné základní bloky. Takto vytvořená aplikace je následně instalována do počítače klienta. Obrázek 3.12 znázorňuje integraci jednotlivých bloků do výsledného celku.



Obrázek 3.12: znázornění integrace funkčních bloků.

Pro tvorbu lokálních aplikací lze používat nejrůznější programovací jazyky, jako jsou např. C++, C#, Java.

Volba obslužných knihoven závisí na požadovaných funkcích aplikace. Knihovny umožňují implementaci pomocí jejich rozhraní bez nutnosti vytváření vlastních knihoven se stejnými vlastnostmi. Příklady možných knihoven pro práci s obrazem: OpenCV, CImg Library, Filters, Signal and Image Processing Library, ...

Tvorba klient-server aplikací

Vytváření aplikací s www rozhraním nabízí různé metody řešení. V následující části jsou sepsány možnosti vytváření takových aplikací.

Vytvořené aplikace dostupné na internetu lze rozdělit do dvou skupiny podle místa vykonávání samotné aplikace. Spustitelný kód aplikace může být vykonáván na výpočetním serveru nebo přímo na straně klienta.

Při spouštění kódu na straně klienta je potřeba, aby klient disponoval potřebným softwarem a internetovým prohlížečem. Naopak při spouštění kódu na výpočetním serveru postačí klientovi pouze internetový prohlížeč.

Při tvorbě aplikací je potřeba si zvolit platformu, na které bude aplikace provozována, a případně knihovny či rozšíření. Možné platformy (nástroje) pro práci s fotografiemi přes webové rozhraní: Adobe Flash Player, Java applet, JavaScript, výpočetní server, ... Seznam použitelných knihoven, rozšíření a prostředků pro prezentaci v prohlížeči: značkový jazyk HTML, skriptovací jazyk PHP, kaskádové styly css, knihovna jQuery, technologie AJAX, ASP, .NET, Flash, ...

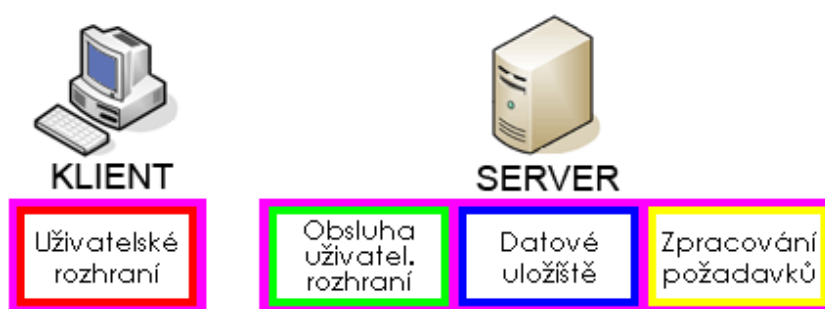
Vytváření aplikace s webovým rozhraním je založeno na dvou věcech:

1. Jaká technologie zpracování fotografie je použita.
2. Jakými prostředky bude výsledek reprezentován ve webovém prohlížeči.

Zprv je potřeba zvážit technologie používané v aplikaci, protože uživatel nemusí vždy těmito prostředky disponovat nebo je nemusí mít povoleny (např.: Adobe Flash Player, Java applet, JavaScript). V takovýchto případech je tato služba pro uživatele zcela nedostupná.

Zadruhé je potřeba zvážit prostředky pro zobrazení výsledku. Tyto prostředky se mohou částečně překrývat se skupinou použitých technologií. Základem pro zobrazení je používání značkovacího jazyka HTML a použití různých rozšíření pro tvorbu rozhraní.

Obrázek 3.13 ukazuje rozmístění bloků s potřebnými funkcemi mezi klientem a serverem. U klienta se nachází pouze uživatelské rozhraní, které je zobrazeno pomocí webového prohlížeče. Na serveru jsou obsluhovány ostatní části bloků s jejich funkcemi. Obsluhu uživatelského rozhraní může zpracovávat webový server a datové uložště a zpracování požadavků může obstarávat výpočetní server.



Obrázek 3.13: znázornění integrace funkčních bloků.

Tvorba pluginů pro aplikaci

Další možností tvorby aplikací je vytváření pluginů neboli zásuvných modulů. Jedná se o aplikaci se specifickým účelem, která se připojuje do jiné aplikace jako rozšiřující doplněk.

Samostatný zásuvný modul není funkční samostatně. Připojuje se do aplikace, pro kterou byl vyroben, pomocí poskytovaného API dané aplikace, aby rozšířil skupinu poskytovaných funkcí v dané aplikaci. Tvorba modulů probíhá pomocí daného rozhraní API a příslušného programovacího jazyka.

Příkladem zásuvného modulu může být program, který dokáže např.: přidávat světelné efekty fotografii, vytvářet deformované obrazce, filtr vylepšující zkreslení fotografie, filtr přidávající šum do obrazu, generátor oblak a mnoho dalšího. Příklad aplikací, kde kterých je možné umístit zásuvné moduly: Adobe Photoshop CS5, Gimp 2.6.

Umístění zásuvných modulů je možné provést u kterékoliv aplikace za předpokladu, že poskytuje tuto možnost a máme přístup daný modul připojit.

Aplikace dostupné přes webové rozhraní uživatelům neposkytují možnost jejich změny. Tvůrci však mohou do těchto aplikací zasáhnout přidáním nových funkcí v podobě přidání právě zmiňovaných modulů.

Kapitola 4

Zhodnocení editorů fotografií a záměr práce

V této kapitole bych se chtěl zaměřit na kritické ohodnocení současného stavu fotografií, fotoaparátů a především na programy umožňující zpracovávat fotografie a jejich vlastnosti. Poukázat na výhody a nevýhody dostupných programů.

V podkapitole 4.1 bych se chtěl krátce zaměřit na zhodnocení stavu digitálních fotografií a fotoaparátů. V další podkapitole (4.2, která se zabývá zhodnocením programů, bych se chtěl také zaměřit na možnosti analyzování kvality jednotlivé fotografie a především analyzování více stejných fotografií zároveň. V poslední části této kapitoly (podkapitola 4.3) uvedu podrobnější záměr této práce, kterým bych se chtěl dále ubírat.

4.1 Vlastnosti fotoaparátů a fotografií

Z praktického hlediska lze nahlížet na hodnocení fotoaparátů, fotografií a formátů dat jako na statickou věc. Tyto statické věci můžeme považovat za konstantu a nelze ji jednoduše změnit. Přesto považuji za vhodné zhodnocení jejich současného stavu a uvedení zde v následujících odstavcích.

Současná doba nabízí široké spektrum fotoaparátů, které umí pořizovat kvalitnější fotografie než před dvěma, pěti, deseti lety. Fotoaparáty nabízejí uživatelům široké možnosti při fotografování. Můžou volit různé snímací režimy a nastavení, ale ne vždy vědí, co který snímací režim dělá, nebo je používají v nesprávných případech. Tímto způsobem jsou fotografie zbytečně znehodnoceny a poškozeny - například velkým šumem, rozmazáním objektů, přexponováním, podexponováním, nevěrohodným podáním barev atd. Fotoaparáty podporují ukládání dat s různou kvalitou fotografie (kompresní poměr, rozlišení) a v různých formátech (JPEG, RAW).

V současné době jsou digitální fotografie pořizovány různými způsoby, které jsem zmínil na straně 7. Máme ovšem velké množství dat, které jsou uloženy na datových médiích, ale tato data mnohokrát obsahují zbytečně duplicitní fotografie. Obrazová data jsou ukládána v bezztrátových nebo ztrátových formátech, jsou zpracovávána v nejrůznějších programech. Kvalita obrazových dat fotografií může teoreticky růst do nekonečna. Jediné omezení je v možnostech hardwaru, softwaru a používaných datových formátech.

Z dlouhodobého hlediska předpokládám, že vývoj a výroba nových fotoaparátů s novými vlastnostmi a lepšími technickými parametry bude pokračovat i nadále. Uživatelé ovšem budou mít v ruce kvalitnější nástroje. Je ale otázkou, jak s nimi budou umět spolupracovat.

vat, a tak pořizovat lepší snímky. Z dlouhodobého pohledu zaměřeného na datové formáty fotografií bude možné vydávat nové formáty, ale otázka zůstává, jak moc se dokáží tyto formáty, i třeba kvalitnější, prosadit na trhu a jak moc se začnou používat.

4.2 Vlastnosti programů

V kapitole 3 jsem uvedl některé zástupce programů pro zpracování fotografií, které ovšem nedokáží zcela postihnout veškeré funkce všech programů. Tito zástupci ukazují možnosti práce s programem instalovaným v počítači nebo programem dostupným pomocí webového rozhraní.

Při pohledu na programy najdeme výhody v možnosti zpracovávat a upravovat jednotlivé fotografie. S programy lze provádět úpravy dle jejich možností. Problém nastává, když uživatel požaduje od programu, aby mu zobrazil vlastnosti fotografie a umožnil tyto vlastnosti měnit. Ne všechny programy dokáží zobrazit a pracovat s histogramem, upravovat teplotu barev, pracovat s barevnými křivkami atd. Jedna z mála probádaných oblastí použití programů je v možnosti přehledně a na jednom místě analyzovat a zobrazit vlastnosti fotografie. Ještě horší případ nastává, když uživatel má více stejných fotografií a chce v některém z programů zvolit tu nejkvalitnější fotografii. Neví, jakou zvolit, a program mu nedokáže jednoznačně poradit. Řešení takové situace je možné za předpokladu, že uživatel si zjistí všechny potřebné údaje postupně pro všechny fotografie a podle vědomostí, které musí znát, může vybrat tu lepší fotografii. Tento proces je velmi zdoluhavý a obtížný, co se týče postupnosti kroků k zjištění informací. Celý proces výběru nejlepší fotografie je o to složitější, oč jsou si fotografie pohledově podobnější.

Umělečtí a profesionální fotografové takřka nepotřebují spolupracovat s programem, který za ně zhodnotí sadu snímků, protože jenom oni sami nejlépe vědí, jaký mají záměr s fotografiemi. Kdežto běžní uživatelé spoléhají na používané programy, které mohou kolikrát pracovat nepřesně a nedokáží provést správné úpravy, které si uživatel přeje a požaduje.

Rozhoduje-li se uživatel nad volbou programu, který je dostupný na internetu nebo přímo v jeho počítači, je potřeba, aby zvážil jaké operace chce provést.

Jedná-li se o jednoduché operace, jako jsou například změny rozměrů, ořezání či jednoduché přidání grafických efektů, tak pro tyto operace postačují aplikace dostupné na internetu. Výhoda takových aplikací je, že jsou volně dostupné, nevyžadují instalaci do počítače a lze s nimi intuitivně pracovat. Nevýhoda však spočívá v omezení výkonu, omezených funkcích a přenosu dat.

Potřebuje-li uživatel provádět rozsáhlé grafické úpravy, pak je pro něho vhodný především program instalovaný v počítači, který mu nabídne větší množství funkcí a výkon než programy dostupné přes webové rozhraní. Lokální programy pro práci s fotografiemi mají nevýhody v potřebě jejich instalace, stárnutí softwaru a kupování příslušných licencí u zpoplatněných programů.

Tabulka 4.1 shrnuje vlastnosti klasických aplikací a aplikací na modelu klient-server. Tabulka 4.2 ukazuje vhodnost používání klasických aplikací a aplikací na modelu klient-server pro různé grafické úpravy. Obě tabulky jsou si velmi blízké z pohledu prezentovaných dat, kde v první tabulce jsou vypsány vlastnosti aplikace, na které navazují možnosti grafických úprav v daném typu aplikací.

Vlastnosti aplikace	Klasické aplikace	Klient-server aplikace
Potřeba zakoupení licence	Ano (nejedná-li se o volně šiřitelný software)	Ne (Nejedná-li se o placenou službu)
Zastarávání aplikace	Ano	Ne (vždy aktuální verze)
Potřeba instalace	Ano	Ne
Potřeba výkonného hardwaru	Ano	Ne
Připravenost vždy k použití	Ano	Ne (záleží na poskytovateli)
Zpracovávané data (velikost, druh dat)	Bez omezení	S omezením
Poskytovaná funkčnost	Rozsáhlé možnosti	S omezením
Rozsáhlé grafické úpravy	Ano	Ne
Rozsáhlé možnosti ukládání a exportu	Ano	Ne (s omezením)
Prezentace fotografií	Ano (je-li vlastnost podporována)	Ano (je-li tato vlastnost podporována)

Tabulka 4.1: vlastnosti aplikací.

Druh grafické úpravy	Klasická aplikace	Klient-server aplikace
Ořezání, otočení fotografie, změna velikosti, jednoduché úpravy	vhodné	vhodné
Úprava barev, retušování, malování	vhodné	částečně vhodné (záleží na poskytovaných funkcích)
Zobrazení vlastností fotografie	částečně vhodné (potřeba vyhledávat jednotlivé údaje)	problematické (nemusí být poskytnuty tyto údaje)
Fotomontáž a pokročilé grafické úpravy (používání filtrů, vrstvy, masky vrstev)	částečně vhodné (umožňuje-li tyto úpravy aplikace)	nevhodné (neposkytuje dostatečné funkce pro úpravy)
Použití grafických efektů	vhodné	částečně vhodné (za předpokladu poskytnutí efektů)
Tvorba nadpisů a objektových primitiv	částečně vhodné (lze používat vhodnější vektorové nástroje)	problematické (občas lze vybírat ze základních možnostmi)

Tabulka 4.2: vhodnost použití daného typu aplikace v závislosti na grafické úpravě.

4.3 Záměr práce

Na základě dosud zjištěných poznatků bych se chtěl v této práci věnovat problému analyzování vlastností více stejných fotografií současně, protože jsem dosud nenašel vhodný nástroj pro strojové vyhodnocení technické kvality skupin snímků. Mnoho programů nabízí nějaké základní informace o právě zpracovávaném snímku, ale málokterý z nich dokáže zpracovávat současně více snímků a z nich vybrat jeden technicky nejzdařilejší.

Na obecné strukturu aplikace, která vycházející z:

- klientské části zprostředkovávající veškeré funkce aplikace
- aplikace spouštěné na serveru obstarávající veškeré funkce
- komunikačního rozhraní mezi klientskou a serverovou částí

bych chtěl vytvořit vhodnou aplikaci zaměřenou na hodnocení kvality snímků s následujícími funkcemi:

- aplikace dostupná pomocí webového prohlížeče
- zadávání a ukládání fotografií pomocí webového rozhraní
- volba hodnotících funkcí a parametrů hodnocení při zadání požadavku
- zpracovávání skupiny fotografií nebo jediné fotografie
- analyzování a vyhodnocování kvality jednotlivých fotografií zvlášť a dohromady
- hodnocení podle histogramu a energie fotografie
- zobrazení histogramu a vypočtené energie fotografie
- vypsání zjištěných údajů přehledně pro každou fotografii
- zvýraznění nesprávně exponovaných míst
- vytvoření zvětšeného náhledu fotografie

Výsledný program by měl pracovat pomocí webového rozhraní. Hlavní výhody takového programu by měly být v jeho dostupnosti a jednoduchosti při používání. Nevýhody takového způsobu práce spočívají v potřebě přenášet větší množství dat přes internet a v rychlém vyhodnocování snímků.

Samotná aplikace by měla být zaměřená na načtení zadaných snímků od uživatele, jejich vyhodnocení, vzájemného porovnání, vybrání nejlepšího snímku a zobrazení zjištěných vlastností. Na začátku by měl mít uživatel možnost zadat parametry a zvolit způsob analyzování kvality snímků. U způsobu vyhodnocení kvality jednotlivých snímků bych se chtěl zaměřit na posuzování snímků především pomocí histogramu a energie fotografie. U zobrazování zjištěných dat bych se chtěl zaměřit na jejich přehledné uspořádání pro uživatele.

Následující kapitola 5 se bude zabývat obecným návrhem aplikace založené na konceptu klient-server, návrhem vhodné aplikace vycházející z obecného návrhu typu klient-server se zaměřením na vyhodnocování kvality snímků. V druhé polovině kapitoly je uveden popis implementace a testování vytvořené aplikace.

Kapitola 5

Návrh, ověření a popis řešení

V první části této kapitoly se zaměřuji na obecný návrh aplikace typu klient-server. Další části kapitoly jsou již zaměřeny na praktickou část této diplomové práce vycházející z obecného návrhu.

V podkapitole 5.1 se zabývám obecným návrhem aplikace postavené na modelu klient-server, která bude provozována pomocí webového rozhraní. V podkapitole 5.2 jsem vycházel z obecného návrh aplikace a zaměřil jsem se na konkrétní návrh vhodné aplikace zpracování fotografií. V podkapitole 5.3 uvádím způsob implementace podstatných částí algoritmů a způsob celkové implementace mnou navržené aplikace. V poslední podkapitole 5.4 jsem se zaměřil na testování mnou vytvořené aplikace a vyhodnocení těchto testů.

5.1 Obecný návrh aplikace

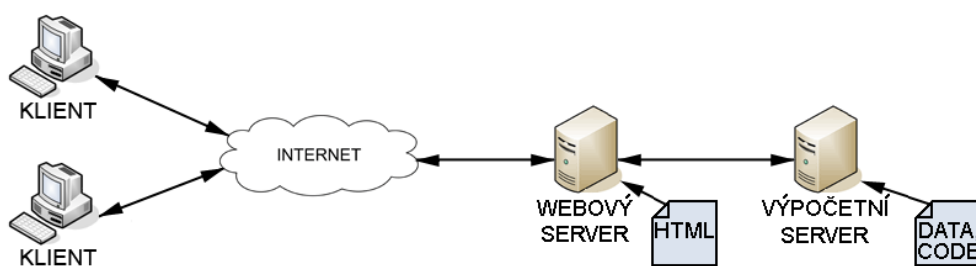
Již dříve jsem se v textu zmiňoval o výhodách a nevýhodách aplikací postavených na modelu klient-server a provozovaných přes webové rozhraní. V této podkapitole uvedu obecný návrh takové aplikace se zaměřením na zpracovávání fotografií skládající se ze čtyřech částí zaměřených na: funkce aplikace, klientskou část, serverovou část a propojení klientské a serverové části. Druh takové aplikace může být zaměřen na: grafické úpravy, provádění filtrací, vytváření fotoalb, vyhledávání určitých příznaků (např.: auto, postava, obličeje, ...), atd.

Obecně by tato aplikace měla obsahovat:

- funkce poskytované aplikací
 - účel aplikace
 - použití aplikace
- klientskou část
 - zadání vstupu
 - zpřístupnění dostupných operací
 - nastavení operací
 - zobrazení provedených operací

- serverovou část
 - vstupní/výstupní rozhraní
 - zpracování požadavků
 - provádění operací
- propojení klientské a serverové části
 - komunikace s klientem a serverem
 - předávání požadavků pro zpracování
 - předávání výsledků zpracování

Na následujícím obrázku 5.1 jsou znázorněny základní stavební bloky obecné aplikace klient-server s aplikací provozovanou na výpočetním serveru. Klienti budou používat pro komunikaci webový prohlížeč, který bude komunikovat pomocí sítě internet s webovým serverem. Webový server bude zpracovávat požadavky od klienta, komunikovat s výpočetním serverem a navracet výsledek. Výpočetní server bude zpracovávat požadavky na vyhodnocení fotografií, provádět výpočet a navracet výsledek výpočtu.



Obrázek 5.1: schéma obecného návrhu architektury klient-server.

Funkce poskytované aplikací

Při návrhu aplikace je ze všeho nejdůležitější stanovení struktury aplikace neboli je potřeba zvážit, co všechno bude daná aplikace schopna provádět. Jedná-li se o aplikace pro zpracování fotografií, je potřeba, aby bylo možné fotografii nějakým způsobem zadat, zpracovat, vyhodnotit a zobrazit zpátky uživateli výsledek.

Uživatel musí být schopen z dostupných funkcí pochopit, co mu tato daná aplikace poskytuje - tzn. uživatel musí být schopen pochopit účel a použití aplikace. Prostředky pro pochopení aplikace jsou dostupné pouze skrze klientskou část uživatelského rozhraní, pomocí kterého klient komunikuje se serverem.

Posloupnost prováděných kroků uživatelem musí být přehledná a logická, aby uživatel byl ochoten se systémem pracovat. V opačném případě bude uživatel zmaten a nebude vědět, jak má postupovat. Nezbytnou součástí takových aplikací jsou návody či postupy, aby se zamezilo nepochopení aplikace.

Klientské rozhraní je jediné, se kterým klient přijde do styku, a proto je potřeba, aby toto rozhraní zprostředkovalo veškeré funkce serveru klientovi.

V následujícím textu této podkapitoly se zaměřím na jednotlivé části obecného návrhu aplikace založené na modelu klient server.

Klientská část

V klientské části je především potřeba navrhnout uživatelské rozhraní, které zprostředkovává funkce poskytované serverem uživateli tak, aby bal z tohoto rozhraní patrný účel a použití aplikace. Klientská část aplikace, především uživatelské rozhraní, se skládá z několika základních prvků, jejichž obecný návrh uvádím v dalším odstavci.

Obecně návrh rozhraní může být libovolný, ovšem je dobré, aby se uživatel v tomto rozhraní vyznal. Jediný omezující faktor této části návrhu spočívá v dostupných možnostech zobrazení pomocí webového rozhraní. Zadáávání fotografií je potřeba provést obecně pomocí vstupního formuláře, do kterého se vyplní fotografie pro zpracování. Další část, kterou by mělo toto rozhraní obsahovat, je zaměřena na možnosti nastavení, zadávání a spouštění různých funkcí, které poskytuje server. Tyto prvky je potřeba uspořádat do přehledné struktury (např.: menu, paleta nástrojů, formulář, atd.). Další skupina v obecném návrhu je zaměřena na zobrazení upravené, výsledné či jinak změněné fotografie (např.: nový náhled, nahrazení původního náhledu, atd.) a její uložení zpátky do souborového systému uživatele (např.: zmenšená, zkomprimovaná, upravená, atd.). Poslední část návrhu je vhodné zaměřit na vytvoření nápovědy či postupu práce pro uživatele, protože s daným rozhraním mohou pracovat různě zkušené uživatelé.

Serverová část

Obecně návrh serverové části je stejně důležitý jako předchozí návrh uživatelské části, protože serverová část musí obsahovat požadované funkce, které má vykonávat. Na serveru musí být navrženy a zpracovány následující části.

Vstupní rozhraní serveru, pomocí kterého budou zadávány příkazy pro vykonání práce. Výstupní rozhraní serveru, které bude navracet výsledky používaných funkcí a algoritmů. Důležitou součástí serveru je také zpracování zaslaných požadavků, které mají být vykonány. Po zpracování požadavků serverem může být následně provedeno vykonání požadovaných funkcí aplikace nad zadanými daty (např.: prahování fotografie, vyhlazení fotografie, vyhledání obličeje ve fotografii, atd.). Samotné vykonání dané úpravy fotografie či práce s fotografií již závisí na použitém algoritmu, který je implementován v aplikaci.

Při návrhu těchto součástí serveru je možné využít nejrozličnější programovací jazyky, pomocné knihovny a případně i hotová řešení dle licenčních podmínek.

Propojení klienta se serveru

V poslední části je potřeba se zabývat samotným propojením strany klienta se stranou serveru. Správné navržení propojení je taktéž důležité, protože pomocí tohoto propojení bude probíhat veškerá komunikace.

Propojení je nejlepší provést pomocí sítě internet a dostupných komunikačních protokolů. Samotné připojení komunikačních protokolů je možné provést pomocí již implementovaných služeb zabezpečujících tuto komunikaci nebo je možné si tuto službu implementovat dle svých potřeb. Tento způsob propojení lze považovat ze nízkoúrovňový vzhledem k tomu, že je potřeba pracovat přímo s komunikačními protokoly.

Vyšší úroveň propojení mezi klientem a serverem je možné provést například pomocí webového serveru. Webový server poskytuje možnost vytvořit požadované uživatelské rozhraní pro klientskou stranu a dokáže volat serverovou část aplikace, která bude vykonávat zadaný požadavek. Dalším možným způsobem by mohlo být použití aplikačního serveru, který by zpřístupňoval potřebné aplikace a práce s nimi.

5.2 Návrh konkrétní aplikace

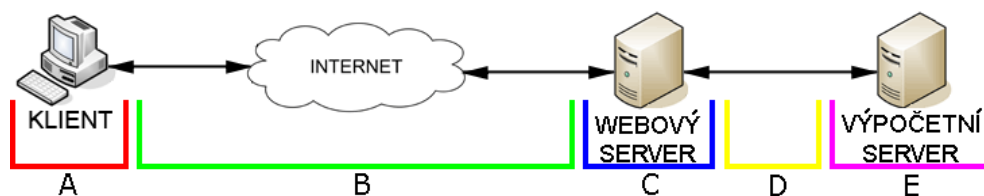
V podkapitole 5.1 jsem ve stručnosti popsal možnost obecného návrhu aplikace založené na modelu klient-server. V této části diplomové práce se zabývám praktickou činností zaměřenou na zpracování vlastního návrhu aplikace, která vychází z mnou popsané struktury obecného návrhu, a jejím následným vytvořením dle specifikovaných funkcí ze strany 41.

Jako vzorový případ jsem si vybral aplikaci pro zpracování fotografií. Mnou navržená a vytvořená aplikace je zaměřena na vyhodnocování kvality fotografií a vyhledání technicky nejkvalitnější fotografie. Podrobnější popis a rozbor návrhu aplikace je v následujícím textu. Popis mnou vytvořené implementace uvádím v podkapitole 5.3 a výsledky testování aplikace v podkapitole 5.4.

Celá struktura mnou navržené aplikace by měla obsahovat tyto body:

- klientská část
 - zadávání vstupních fotografií
 - nastavení parametrů vyhodnocování
 - zobrazení vypočtených výsledků
 - možnost uložení výstupu programu
 - zadání dalšího požadavku na vyhodnocení
- serverová (výpočetní) část
 - načtení daných fotografií a parametrů programu
 - vyhodnocení kvality jednotlivých fotografií
 - vyhledání skupin velmi podobných fotografií
 - porovnání kvality jednotlivých skupin fotografií
 - vstupně/výstupní rozhraní pro komunikaci
- komunikační rozhraní mezi klientskou a serverovou částí
 - webový (komunikační) server obstarávající zpracování a zobrazení dat klientské části
 - propojení webového serveru s výpočetním serverem
 - předávání požadavků a odpovědí mezi klientskou a serverovou částí

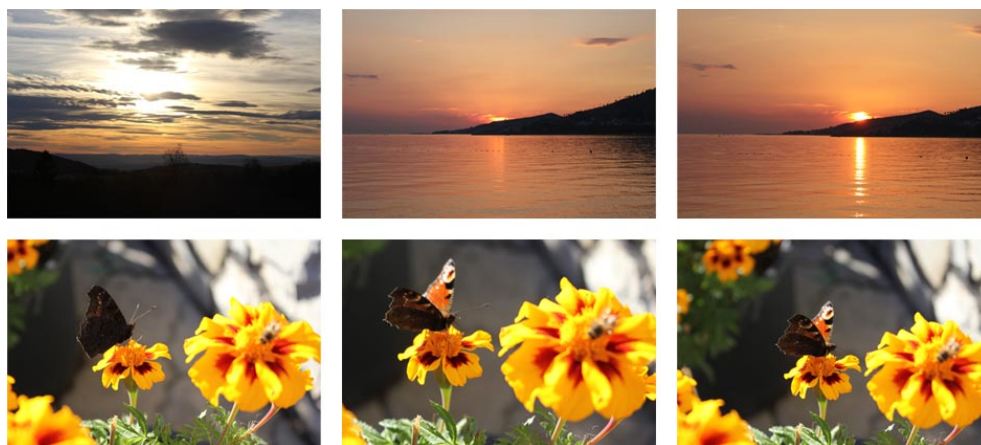
Na obrázku 5.2 je znázorněno rozdělení jednotlivých částí struktury aplikace mezi členy architektury klient-server. Klient, coby uživatel, bude potřebovat pro zobrazení uživatelského rozhraní webový prohlížeč s povoleným JavaScriptem a knihovnou Flash (blok A). Jednotlivé body klientské části bude zpracovávat webový server s danými funkcemi (blok C), které jsem vypsál výše. Dále bude mít za úkol propojit výpočetní serverovou část s klientskou částí (blok D) a klientskou část s uživatelským rozhraním (blok B). Serverová výpočetní část má za úkol zpracovat jednotlivé body výpočtu (blok E), které jsem uvedl výše.



Obrázek 5.2: rozdělení struktury aplikace mezi jednotlivé členy systému klient-server.

Funkce poskytované aplikací

Zjednodušeně bych mohl popsat zadání mnou navrhované aplikace takto: *aplikace má za úkol načíst daný počet fotografií, z těchto fotografií najít stejné skupiny fotografií (se stejným obsahem), z každé skupiny vybrat technicky nejdokonalejší fotografii a výsledek této analýzy zobrazit přehledně uživateli.* V dalším textu této podkapitoly budu myslet pojmem aplikace právě mnou navrženou aplikaci s přístupem, který jsem použil pro její vytvoření. V následující části jsem se zaměřil na posloupnost prováděných kroků uživatelem, které mu umožní využívat tuto aplikaci pomocí veškerých dostupných funkcí.



Obrázek 5.3: ukázka skupin fotografií.

Na obrázku 5.3 je ukázán příklad šesti fotografií. Při rozdělení těchto fotografií na jednotlivé skupiny bude provedeno zařazení následovně: na vrchním řádku levá fotografie bude ve skupině 1, na vrchním řádku prostřední a pravá fotografie bude zařazena do skupiny 2 a celý spodní řádek bude zařazen do skupiny 3.

Celé uživatelské rozhraní jsem si navrhl pro používání pouze přes internetovou síť pomocí webového prohlížeče. Reálné nasazení aplikace by bylo dostupné pomocí URL odkazu odkazujícího na hlavní stránku této aplikace umístěné v prostředí internetu. Výsledná aplikace je dostupná v současné době pouze na přiloženém DVD médiu této diplomové práce. Při tvorbě praktické části této práce jsem provozoval aplikaci na vlastním serveru s doménovým jménem www.balca.cz, abych si mohl vyzkoušet reálné chování aplikace.

Po příchodu na hlavní www stránku aplikace se uživateli zobrazí v horní části menu, které obsahuje položky: home, analýza, o projektu, nápověda a kontakt. Pod hlavním menu

se zobrazuje vždy aktuální obsah dané www stránky. Uživatel může následně procházet mezi jednotlivými položkami stránky. Z pohledu uživatele je nejzajímavější formulář, který jsem označil jako „Nahrávání fotografií“, který se nachází na hlavní stránce anebo v menu pod záložkou Analýza. Tímto formulářem začíná celý proces práce s aplikací, který nyní vypíšu pomocí jednotlivých kroků prováděných uživatelem.

Posloupnost prováděných kroků uživatelem s aplikací:

1. Nahrání fotografií – uživatel stiskne tlačítko „Nahrát“, které mu zpřístupní okno operačního systému, pomocí kterého vybere požadované fotografie pro nahrání na server a následnou analýzu. Po potvrzení vybraných fotografií se tyto fotografie začnou automaticky nahrávat na server.
2. Tlačítko „Zobrazit“ – umožňuje uživateli pokračovat v práci zobrazením fotografií, které byly nahrány na server před stisknutím tohoto tlačítka. Případně uživatel může stisknout tlačítko „Přerušit“ nebo „křížek“ při nahrávání fotografií a nahrávání těchto fotografií bude přerušeno.
3. Nahrané fotografie – po stisknutí tlačítka „Zobrazit“ se uživateli zobrazí textový výpis nahraných fotografií, náhledy nahraných fotografií, formulář pro případné zadání dalších fotografií a formulář pro nastavení parametrů analýzy fotografií.
4. Nastavení analýzy – ve formuláři umožňujícím nastavení analýzy je potřeba, aby uživatel vybral možnosti hodnocení pomocí zvoleného algoritmu, část fotografie, na které se bude provádět hodnocení, a zadat parametry hodnocení. Podrobnější rozbor nastavení je uveden v následujícím textu o slovním popisu hodnotících algoritmů, protože v tomto místě popis nastavení nepovažuji za vhodné uvádět.
5. Tlačítko „Analyzovat fotografie“ – stisknutím tohoto tlačítka dojde ke zpracování parametrů a spuštění hodnotící aplikace s těmito parametry. Po dokončení hodnocení se uživateli výsledek zobrazí na nové stránce.
6. Procházení výsledku – po dokončení analýzy je uživateli dostupný výsledek v textové podobě (text vypsáný aplikací na výstup serveru) a v grafické podobě, která obsahuje jednotlivé zadané fotografie s nově vytvořenými náhledy vzniklými při analýze vyobrazené v mřížce. Uživatel si může ve výsledku zobrazit vytvořené náhledy jednotlivých fotografií nebo si nechat zobrazit pouze některé výsledné údaje. Dále má uživatel možnost výsledek zobrazit v novém okně prohlížeče s náhledem na celý výsledek uspořádaný v mřížce.
7. Pokračování práce s aplikací – po dokončení analýzy má uživatel možnost provádět některý z následujících kroků:
 - Uložení výsledků – uživatel si může výsledek vytisknout na tiskárně, uložit v podobě HTML stránky nebo označené fotografie, které jsou programem a případně uživatelem považovány za nejlepší, stáhnout do svého počítače.
 - Změna parametrů – změnit parametry aplikace a znova spustit vyhodnocení kvality fotografií na serveru.
 - Zadání nového požadavku – přechod na úplný začátek zadávání požadavku na vyhodnocení s možností zadat zcela nové fotografie pro analýzu.
 - Smazání výsledku – zadat příkaz pro smazání všech vytvořených dat při analýze na serveru a přechod na úvodní stránku uživatelského rozhraní.

V následujících částech se zaměřím na rozbor klientské části, serverové části, jejich propojení a popis implementace algoritmů. Tyto části obsahují pouze důležité bloky aplikace. Ostatní popis jednotlivých bloků je uveden v příloze [C](#) a [D](#). Ukázkové náhledy webového rozhraní jsou ukázány v příloze [E](#).

Klientská část

V návrhu klientské části vycházím z požadavků na toto rozhraní, které jsem uvedl ve struktuře pro navrženou aplikaci, tzn. že klientská část aplikace bude obstarávat uživatelské rozhraní pro komunikaci s programem.

Při návrhu celého rozhraní klientské části jsem vycházel z toho, že je potřeba zcela pokrýt veškeré vlastnosti výsledné aplikace vyhodnocující technicky nejlepší fotografie umístěné na serveru. Jinými slovy by se dalo říci, že webové rozhraní bude jediným uživatelským rozhraním pro navrhovanou aplikaci.

Uživatel se v první řadě seznámí vizuálně s grafickým vzhledem aplikace, který se mu zobrazí po načtení stránky v prohlížeči. Následně začne provádět různé kroky, aby se podrobněji seznámil s tímto rozhraním. Nejdůležitější posloupnost kroků, které musí uživatel provést, aby se dostal k vypočtenému výsledku aplikace, jsou: zadání fotografií pomocí rozhraní pro nahrávání fotografií, zobrazení zadaných fotografií, nastavení parametrů vyhodnocování a spuštění vyhodnocení. Po zobrazení výsledku uživatel může tento výsledek: procházet, uložit si ho, nastavit nové parametry hodnocení, zadat požadavek na okamžité smazání ze serveru anebo zadat zcela nový požadavek na vyhodnocení.

Z pohledu prováděných kroků uživatelem v klientské části jsou nejzajímavější kroky pro nastavení parametrů vyhodnocování a zobrazení vypočteného výsledku. Veškeré kroky prováděné uživatelem spadají do jednoho nebo více bloků funkcí poskytovaných aplikací. Zde uvádím popis dvou zajímavých bloků klientské části, ostatní jsem uvedl v příloze [C](#).

Nastavení parametrů vyhodnocování: po ukončení procesu výběrů fotografií a jejich zobrazení musí mít uživatel možnost zadat parametry, pokud to považuje za potřebné, pro vyhodnocování kvality snímků a pro vzájemné porovnání snímků mezi sebou.

Tuto možnost jsem navrhl v podobě webového formuláře, který jsem rozdělil do čtyř částí. V první části formuláře má uživatel pomocí přepínače možnost zvolit, jaký hodnotící algoritmus kvality bude použit. Zda se použije hodnocení pomocí histogramu, energie nebo histogramu i energie. Druhá část formuláře obsahuje zaškrtačací políčka, ve kterých uživatel volí, jaká část fotografie se použije při vyhodnocování. Zda se použijí vždy celé fotografie, pouze společná část dané skupiny fotografií či čtyři kvadranty u každé fotografie (tímto je myšleno, že fotografie se rozdělí na čtyři kvadranty „levý/pravý“ a „horní/dolní“). Je potřeba, aby uživatel vybral minimálně jednu možnost a maximálně může vybrat všechny možnosti pro oblasti hodnocení. Třetí část slouží k zadání počátečního nastavení algoritmů při vyhodnocování histogramu, energie, výběru výsledku a hledání stejných skupin fotografií. Toto nastavení je možné zadat pomocí výběrového pole. Poslední čtvrtá část obsahuje tlačítko, které provede příkaz pro zpracování parametrů a spuštění vyhodnocování.

Na obrázku [5.4](#) je ukázán mnou provedený návrh formuláře s nastavením aplikace pro vyhodnocení.

Nastavení analýzy:

Hodnocení pomocí:

☒ Histogramu

☐ Histogramu + energie

☐ Energie

Při hodnocení využít:

☒ Celou fotografii

☐ Čtyři kvadranty fotografie

☐ Stejně části fotografií

Parametry vyhodnocení:

Vyvážený histogram odpovídá lepší fotografii

Histogram i energie je důležitější pro společné hodnocení

Vyšší energie odpovídá lepší fotografii

Automatické rozpoznání skupin fotografií

Zpracovat a vyhodnotit:

Obrázek 5.4: ukázka formuláře s nastavením pro aplikaci.

Zobrazení vypočteného výsledku: po provedení výpočtu je potřeba přehledně uživateli zobrazit výsledek pro jednotlivé fotografie a také zvýraznit hodnoty technicky nejlepší fotografie mezi ostatními.

U zobrazení jednotlivých fotografií jsem se zaměřil na to, aby aplikace poskytla uživateli co nejvíce důležitých informací. Aplikace uživateli zobrazí: náhled na celé fotografie, přiblížený výřez fotografie, zvýrazněná místa scény, která jsou přexponovaná (obsahují pouze bílou barvu) a která jsou podexponovaná (obsahují pouze černou barvu), histogram, vypočtenou energii fotografie a další informace (název, rozměr, počet barevných kanálů a označení, zda fotografie byla vybrána jako nejlepší).

Vzhledem k velkému počtu zobrazovaných informací je potřeba, aby tyto informace byly přehledně uspořádány. Jako nejvhodnější se mi v době návrhu jevil uspořádat tyto informace do tabulky, kde každý řádek obsahuje jednu fotografii a sloupec jednu informaci. Další možností by byla tabulka, v níž by každý sloupec odpovídal dané fotografii a řádek jednotlivým informacím. Ještě se mi při návrhu nabízela možnost zobrazit do více řádků/sloupců pod sebe/vedle sebe informace o jedné fotografii, ale tato možnost se mi jevila jako velmi nepřehledná. Nakonec jsem pro zobrazení výsledků použil uspořádání fotografií do řádků pod sebe.

S umístěním fotografií do řádků pod sebe nastal problém, neboť tyto řádky jsou velmi dlouhé, a proto jsem využil možnosti schovávání nepotřebných sloupců z pohledu uživatele a používání posuvníků. Bude-li chtít uživatel zobrazit celé řádky s fotografiemi, bude mít možnost si tuto tabulku zobrazit ve zvláštním režimu bez omezení šířky tabulky. Uspořádání řádků v tabulce jsem zvolil podle názvů zadaných souborů, protože je to nejjednodušší metoda pro seřazení.

V případě, že program vyhodnotí některé fotografie jako technicky nejkvalitnější, je potřeba, aby tuto informaci program oznámil uživateli pomocí textového výpisu a zvýrazněnou barvou řádku, která bude odlišovat nejlepší fotografie od ostatních. V případě nenalezení nejlepší fotografie vzhledem k jejich podobnosti je potřeba tento výsledek taktéž oznámit uživateli nejlépe textovou formou a umožnit mu ruční výběr manuálním označením z jeho pohledu nejlepších fotografií.

Následující obrázek 5.5 ukazuje tabulku s výsledky analýzy vycházející z tohoto návrhu. Ve sloupcích se nachází (zleva): název fotografie, náhled na fotografii, přiblížený výřez fotografie, zvýraznění přexponovaných míst, zvýraznění podexponovaných míst, procentuální vyhodnocení nesprávně exponovaných míst, histogram, energie fotografie a označení nejkvalitnější fotografie. V řádcích tabulky se nachází jednotlivé fotografie.

Název	Náhled	Výřez fotografie	Přexponovaná	Podexponovaná místa	%	Histogram celé fotografie	Energie celé fotografie	Nejkvalitnější fotografie
IMG_1596.jpg Technicky kvalitní fotografie					0.187989% přexpon. míst: 155823 0% podexpon. míst: 51941		Energie fotografie: 3951.94	Technicky kvalitní fotografie <input checked="" type="checkbox"/>
IMG_1597.jpg					0.0815086% přexpon. míst: 328620 0% podexpon. míst: 164310		Energie fotografie: 3674.61	<input type="checkbox"/>
IMG_1598.jpg					0.0857171% přexpon. míst: 322912 0% podexpon. míst: 161456		Energie fotografie: 3676.08	<input type="checkbox"/>

Obrázek 5.5: ukázka výsledku analýzy jedné skupiny fotografií.

Serverová část

Serverová část programu je zaměřena tak, aby analyzovala kvalitu fotografií. Program by měl být v nejlepším případě provozován na odděleném výpočetním serveru, který bude obsahovat dostatečný výkon pro „rychlé“ zpracování snímků a dostatečně „velké“ diskové uložení pro poznamenání si zpracovávaných fotografií, ale tento požadavek není nutný. Uživatel bude pouze muset čekat delší dobu na vypočtení výsledku.

Hlavní části navržené aplikace lze popsat tímto pseudokódem, kde každý řádek odpovídá jednomu bloku funkcí aplikace:

1. Spuštění aplikace
2. Načtení fotografií a parametrů
3. Vyhodnocení kvality jednotlivých fotografií
4. Porovnání kvality všech fotografií
5. Výstup dat z programu

Celkový záměr programu je takový, že bude spuštěn pomocí příkazového řádku a komunikace s ním bude probíhat přes rozhraní příkazového řádku. Grafické uživatelské rozhraní programu bude obstarávat webový server.

Při spuštění aplikace načte fotografie a nastavení parametrů z pracovní složky uložené na disku. Následuje krok vyhodnocení kvality jednotlivých fotografií a po něm porovnání kvality všech podobných fotografií a uložení výstupu z aplikace do souboru a na standardní výstup. V následujících dvou částech uvádím popis bloku funkcí pro vyhodnocení kvality jednotlivých fotografií a porovnání kvality všech fotografií. Ostatní bloky funkcí serverové části uvádím v příloze C.

Vyhodnocení kvality jednotlivých fotografií: kvalita jednotlivých fotografií se bude v první části programu hodnotit zvlášť. Na každou fotografii se uplatní hodnotící metody a vypočte se jejich kvalita.

Při hodnocení bude program nejprve vytvářet modifikované fotografie. Z načtené fotografie aplikace vytvoří: přibližný středový výřez, náhled, ve kterém jsou zvýrazněná zcela

černá místa červenou barvou, a náhled, ve kterém jsou zvýrazněna zcela bílá místa taktéž červenou barvou.

Další část hodnocení fotografií probíhá pomocí výpočtu histogramu a energie. Histogram fotografie se vypočítá převodem barevných složek na jasovou složku pomocí vzorce 2.6 a posléze podle vzorce 2.4 se vypočtou intenzity jednotlivých úrovní jasu. Ze zjištěného histogramu je možné provést výpočet, kolika procentní zastoupení zcela černé a bílé je ve fotografii. Tento výpočet je použit až v samotném výpisu dat pro uživatele. Výpočet se provede následovně (pro černou barvu):

$$p = \frac{q_0}{\sum_{k=0}^{L-1} q_k} * 100, \quad (5.1)$$

kde p je procentuální zastoupení černé barvy ve fotografii. Hodnota p vznikne podělením q_0 se spočtenou intenzitou černé barvy se sumou jednotlivých intenzit jasu q_k (dle vzorce 2.4) přes všechny úrovně jasu $k = 0, \dots, L - 1$ a vynásobením hodnoty 100, aby výsledné číslo bylo již uvedeno v procentech. Výpočet pro bílou barvu je stejný, jenom se místo q_0 použije hodnota q_{255} odpovídající bílé barvě.

Výpočet podle energie spočívá taktéž v převodu barevných složek fotografie na jasovou složku pomocí vzorce 2.6 a posléze se vypočte energie fotografie dle následujících vzorců. Průměrná hodnota jednoho pixelu:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n x_{i,j}}{N}, \quad (5.2)$$

kde $i = 0, \dots, m$ a $j = 0, \dots, n$ jsou souřadnice pixelu, $x_{i,j}$ je hodnota pixelu na daných souřadnicích a N je celkový počet pixelů.

Energie E celé fotografie vychází z:

$$E = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (x_{i,j} - x_0)^2, \quad (5.3)$$

rozepsáním vznikne:

$$E = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (x_{i,j}^2 - 2 * x_{i,j} * x_0 + x_0^2). \quad (5.4)$$

Průměrná energie E_{px} jednoho pixelu fotografie:

$$E_{px} = E/N. \quad (5.5)$$

Popis samotné implementace pomocí pseudokódu odpovídající těmto hodnotícím bodům uvádím až v příloze D o implementaci těchto funkcí. V podkapitole 5.3 věnující se implementaci uvádím pouze vyhodnocení pomocí histogramu, energie a celkové vyhodnocení.

Porovnání kvality všech skupin fotografií: před samotným vyhodnocením vypočtených výsledků z předcházejícího kroku program potřebuje zjistit jednotlivé skupiny stejných fotografií. Přiřadil-li uživatel po načtení fotografií každé fotografii číslo její skupiny, může program začít rovnou porovnávat výsledky. V opačném případě program provede následující vyhledání skupin fotografií.

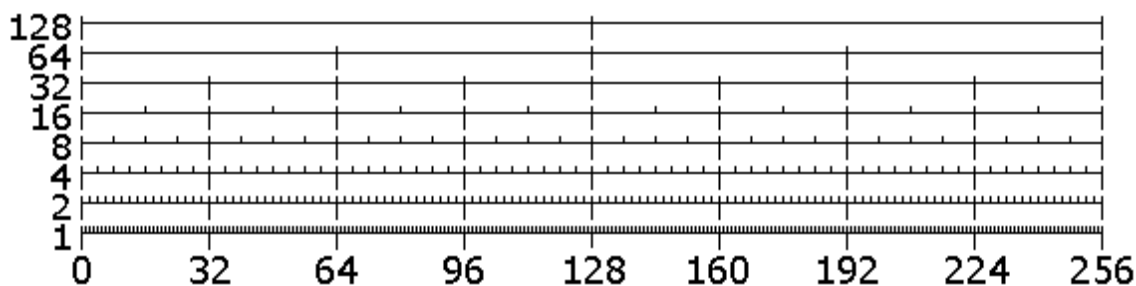
U každé fotografie se provede vyhledání klíčových bodů, ze kterých se posléze vytvoří descriptor fotografie. Následně se provede porovnávání příznaků fotografií po dvou mezi sebou. U porovnávání příznaků jednotlivých fotografií bere aplikace v úvahu shodné body,

kteřé jsou vzdáleny od sebe do určené hodnoty. Aby program mohl prohlásit, že dvě fotografie jsou si podobné, musí nalézt mezi fotografiemi minimálně 5 stejných bodů, které nejsou od sebe vzdáleny o více než 0,05. Tímto způsobem se porovnají fotografie a vytvoří se postupně jednotlivé skupiny fotografií začínající na velikosti dvě a postupně se k nim přidávají další podobné fotografie.

Tímto krokem se zamezí porovnávání výsledků odlišných fotografií. V případě automatického nenalezení klíčových bodů mezi jednotlivými snímky nebudou tyto fotografie porovnávány. Samotné porovnání skupin stejných fotografií bude záležet na vypočtených hodnotách a zvolených parametrech. Při porovnávání bere aplikace do úvahy histogram, energii nebo histogram a energii z celé části fotografie, čtyř kvadrantů fotografie nebo pouze ze společné části fotografie. Ve výchozím nastavení je považována fotografie s vyváženým histogramem a větší energií za nejlepší. Toto nastavení může uživatel změnit, čímž ovlivní parametry porovnávání, ale princip bude stejný.

Hodnocení pomocí histogramu jsem navrhl tímto způsobem: pro každou fotografii ve skupině se postupně prochází všechny úrovně v histogramu o dané šířce a zkoumá se, jestli počet hodnot v dané úrovni spadá do rozmezí daného průměrným počtem hodnot na úroveň s rozmezím $\pm 25\%$ okolo této úrovně. Tento postup se opakuje pro každou fotografii vícekrát. Nejprve se začíná na nejnižší úrovni histogramu o šířce 1 (odpovídající jedné úrovni jasu) a postupně slučováním po dvojicích se dostane porovnávání výše až na nejvyšší úroveň histogramu o šířce 128 (odpovídající polovině úrovni jasu). Je-li šířka úrovně s hodnotami v hledaném rozmezí, poznačí se tato skutečnost. Po prohledání všech úrovní dané skupiny fotografií se provede vyhodnocení. Za nejzdařilejší fotografii ze skupiny s vyváženým histogramem je považována fotografie, která má nejvíce nejlepších ohodnocení z daných úrovní o definovaných šířkách.

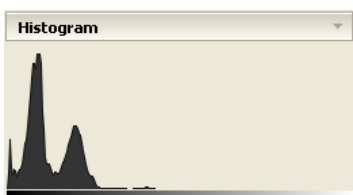
Na obrázku 5.6 jsou znázorněny stupnice nabývajících hodnot v rozmezí od 0 do 256 odpovídající úrovním v histogramu. Některé z těchto hodnot jsou pro přehlednost zvýrazněny vodorovně. Svisle jsou zvýrazněna čísla, která odpovídají šířce úrovně v hierarchii vyhodnocování histogramu. Postupným průchodem jednotlivých šířek daných úrovní probíhá popsání vyhodnocení histogramu.



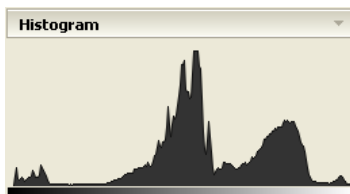
Obrázek 5.6: znázornění šířek úrovní histogramu při vyhodnocení jeho kvality.

Pseudokód vyhodnocení pomocí histogramu uvádím v podkapitole 5.3 o implementaci aplikace. Následující obrázky 5.7, 5.8 a 5.9 ukazují příklad tří histogramů ze skupiny fotografií. Po vyhodnocení pomocí vyváženého histogramu bude histogram prostřední fotografie považován za nejlepší.

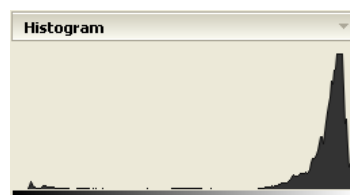
Hodnocení pomocí energie jsem navrhl tímto způsobem: ze všech fotografií skupiny



Obrázek 5.7: histogram podexponované fotografie.



Obrázek 5.8: histogram dobře exponované fotografie.



Obrázek 5.9: histogram přexponované fotografie.

se vyhledá taková fotografie, která má největší energii a je zvolena za nejkvalitnější za předpokladu základního nastavení (větší energie odpovídá kvalitnější fotografii).

Pseudokód vyhodnocení pomocí energie uvádím v podkapitole 5.3 o implementaci aplikace.

Při porovnávání kvality pomocí dat z celé fotografie nebo ze stejné části fotografie je hodnocení jednodušší, protože se provede pouze jedno porovnání. Při porovnávání kvality pomocí dat z jednotlivých kvadrantů je potřeba provést více výsledných porovnání. Tento princip je však v podstatě stejný a je uveden taktéž v podkapitole 5.3.

Propojení klienta se serverem

Poslední důležitou částí celého návrhu je propojení klienta se serverem. Uživatelské rozhraní aplikace bude zajišťovat webový server, který zpřístupní rozhraní klientovi a který bude spouštět aplikaci na výpočetním serveru. Obecně tyto dva servery (webový a výpočetní) mohou být provozovány odděleně či společně na jednom hardwarovém zařízení. Pro praktickou realizaci jsem se rozhodl pro provozování webového rozhraní a aplikace na jednom serveru.

Samotné propojení klienta se serverem se skládá z těchto postupně prováděných bloků: zpracovávání požadavků zadaných klientem pomocí webového serveru, propojení webového a výpočetního serveru a vypsání výsledku obdržného od výpočetního serveru pomocí webového serveru uživateli.

V následující části popisuji samotné propojení webového a výpočetního serveru. Bloky funkcí zpracovávající požadavky a vypisující výsledky jsem uvedl v příloze C v části propojení klienta se serverem.

Propojení webového a výpočetního serveru: propojení webového a výpočetního serveru jsem navrhl pomocí CGI skriptu, který spouští samotnou aplikaci. Uvažoval jsem ještě o volání aplikace pomocí PHP funkcí, které dokážou spouštět externí aplikace, ale tento návrh mi nepřišel jako nejvhodnější, protože pomocí skriptu mohu provést více externích operací.

Webový server po zpracování všech požadavků od klienta vytvoří konfigurační soubor a posléze vytvoří i spouštějící CGI skript, který následně spustí aplikaci. V CGI skriptu je uvedena cesta ke spouštěné aplikaci s parametrem odpovídajícím konfiguračnímu souboru. Po dokončení výpočtu analýzy aplikace vypíše textový výpis na standardní výstup, který si webový server uloží do proměnné, a výsledek výpočtu uloží do PHP souboru.

5.3 Implementace aplikace

V současné podkapitole se zaměřuji na informace ohledně implementace aplikace. Uvádím zde důležité části zdrojových kódů aplikace pro vyhodnocení nejkvalitnějších fotografií (hodnocení pomocí histogramu a pomocí energie). Zdrojové kódy jsou uvedeny pomocí slovního popisu. Aplikaci jsem vytvořil pomocí programovacího jazyka C++ a knihovnicí funkcí OpenCV. Dále zde uvádím popis celkového vyhodnocení technicky nejlepších fotografií, popis prostředků použitých pro vytvoření uživatelského rozhraní, popis veškerých prostředků pro implementaci aplikace a způsob zprovoznění aplikace na vlastním serveru.

Hodnocení fotografií je rozděleno do dvou částí. V první části, jak jsem již dříve zmínil, se vyhodnocuje každá fotografie zvlášť. V druhé části se hodnotí dohromady stejné skupiny fotografií. Při hodnocení jednotlivých fotografií se provádí algoritmy pro: vytvoření přiblíženého náhledu, zvýraznění špatné expozice, výpočet histogramu a výpočet energie. Popis těchto méně důležitých algoritmů uvádím v příloze D o implementaci funkcí aplikace.

Při hodnocení skupin fotografií je potřeba provést vyhledání klíčových bodů pro případné automatické rozpoznání skupiny fotografií a vyhledání stejných částí fotografií, požaduje-li uživatel pracovat pouze s těmito daty. Tyto algoritmy jsou taktéž uvedeny v příloze D. V závěrečné části analýzy je provedeno vyhodnocení pomocí histogramu, energie nebo histogramu a energie a samotné vyhodnocení výsledků s určením technicky nejlepší fotografie. Tuto závěrečnou část uvádím v následujících odstavcích.

Hodnocení pomocí histogramu

První metoda hodnocení pomocí vypočteného histogramu se zadaným parametrem udává, zda vyvážené, světlejší nebo tmavší hodnoty v histogramu odpovídají kvalitnější fotografii. Vstupem pro vyhodnocení jsou vypočtené histogramy dané části fotografie a čísla skupiny fotografií. Výstupem je příznak pro každou fotografii, zda je vybrána jako nejlepší z dané skupiny, nebo nejlepší není. Následující popis implementovaného kódu ukazuje tento proces výběru nejlepších fotografií.

- 1) Inicializuj a načti potřebná počáteční data do proměnných.
- 2) Nastav všechny výsledky na FALSE.
- 3) Postupně procházej přes jednotlivé skupiny fotografií.
- 4) Nastav počáteční šířku úrovně histogramu na hodnotu 1.
- 5) Postupně procházej přes všechny šířky úrovní histogramu.
- 6) Projdi postupně přes všechny úrovně histogramu o dané šířce.
- 7) Je-li počet hodnot v úrovni roven průměru s rozmezím -25% až +25%, zvýš hodnotu značící náležitost do daného rozmezí.
// Platí pro vyvážený histogram.
- 8) Po ukončení procházení úrovně histogramu o dané šířce proved' poznačení počtu hodnot spadajících do daného rozmezí.
- 9) Po ukončení hodnocení všech úrovní histogramu o daných šířkách postupuj ve vyhledání nejlepší fotografie následovně.
- 10) Procházej jednotlivé fotografie ve skupině postupně u všech skupin na všech úrovních histogramu o daných šířkách.
- 11) Pro každou úroveň o dané šířce najdi fotografii s nejvíce shodami s daným intervalem a poznač fotografii jedno vítězství.

- 12) První fotografii, která bude mít nejvíce vítězství,
označ ve skupině příznakem TRUE jako nejlepší.

13) Předdej výsledek s příznaky

Při nastavení výpočtu pomocí světlejšího nebo tmavšího histogramu (bod 7) předchozího popisu rozepíše (při preferování světlejšího histogramu) na:

- 7a) Nacházíš-li se v první polovině úrovní histogramu s danou šířkou a je-li počet hodnot v úrovni menší než (průměr - rozmezí 25%), zvyš hodnotu značící náležitost do daného rozmezí.
// První polovina histogramu je podprůměrná.
// Obsahuje malý počet tmavých míst.

7b) Nacházíš-li se v druhé polovině úrovní histogramu s danou šířkou a je-li počet hodnot v úrovni větší než (průměr + rozmezí 25%), zvyš hodnotu značící náležitost do daného rozmezí.
// Druhá polovina histogramu je nadprůměrná.
// Obsahuje velký počet světlých míst.

Použitím bodů 7a a 7b v hodnocení se dosáhne preferování světlejšího histogramu. Při preferování tmavšího histogramu se pouze zamění rozmezí hledaných hodnot.

Tímto způsobem se vypočte vektor příznaků označující nejlepší fotografie pro celou fotografii a stejnou část skupiny fotografií. Při výpočtu histogramu ve čtyřech kvadrantech fotografie se tento proces opakuje čtyřikrát (vždy pro daný kvadrant) a výsledky se uloží do pomocných proměnných. Posléze je provedeno vyhodnocení pomocných proměnných s příznaky. Za nejlepší fotografii je automaticky považována fotografie, která obsahuje tři či čtyři příznaky TRUE. Dále se provede průchod přes jednotlivé skupiny a vyhledají se fotografie, které mají dva příznaky TRUE a je nalezena pouze jedna ve skupině. Taková fotografie je prohlášena taktéž za nejlepší. Tímto procesem se zjistí, které fotografie jsou nejlepší pomocí hodnocení kvadrantů a výsledek se uloží do výsledné proměnné s příznaky.

Hodnocení pomocí energie

Druhá metoda hodnocení je pomocí vypočtené energie se zadaným parametrem a udává, zda větší nebo menší energie fotografie odpovídá kvalitnější fotografii. Vstupem pro vyhodnocení jsou spočtené energie dané části fotografie a čísla skupiny fotografií. Výstupem je příznak pro každou fotografii, jestli je vybrána jako nejlepší z dané skupiny, nebo není nejlepší. Následující popis implementovaného kódu ukazuje tento proces výběru nejlepších fotografií.

- 1) Inicializuj a načti potřebná počáteční data do proměnných.
- 2) Nastav všechny výsledky na FALSE.
- 3) Postupně procházej přes jednotlivé skupiny fotografií.
- 4) Vyhledej v dané skupině fotografií fotografii s největší energií a s nejmenší energií.
- 5) Odpovídá-li větší energie lepší fotografii, tak změň příznak u fotografie s největší energií v dané skupině na TRUE.
- 6) Odpovídá-li menší energie lepší fotografii, tak změň příznak u fotografie s nejmenší energií v dané skupině na TRUE.
- 7) Předej výsledek s příznaky.

Tímto způsobem se vypočte vektor příznaků označující nejlepší fotografie pro celou fotografii a stejnou část skupiny fotografií. Při výpočtu energie ve čtyřech kvadrantech fotografie se postupuje stejně jako u výpočtu histogramu ve čtyřech kvadrantech.

Vyhledání technicky nejlepší fotografie

Hledání technicky nejzdařilejší fotografie vychází z výsledků hodnocení pomocí histogramu, energie či obou zároveň podle toho, co uživatel zvolil za metodu hodnocení. Následující odstavce popisují jednotlivá pravidla vyhodnocení.

Hodnocení fotografií pomocí histogramu a energie zároveň vychází z následujících pravidel. Při hledání konečného výsledku se vychází z použitého nastavení, které zadal uživatel, a vypočtených příznaků pro každou fotografii. Každá fotografie má v této metodě vždy dva výsledné příznaky (z hodnocení pomocí histogramu a hodnocení energie) jako vstup. Tyto příznaky je potřeba sloučit do jednoho finálního příznaku odpovídajícímu konečnému výstupu.

První nejdůležitější pravidlo je založeno na sloučení dvou příznaků fotografie (pro histogram a energii) do jednoho. Jsou-li oba příznaky TRUE, je výsledek sloučení TRUE. Nastavil-li uživatel, že histogram je důležitější pro společné hodnocení než energie, a je-li příznak TRUE u histogramu fotografie, je výsledek sloučení TRUE. Toto nastavení platí i opačně, je-li důležitější energie před histogramem. V případě, že uživatel nastavil stejnou důležitost histogramu i energie, musí být oba příznaky pouze TRUE a výsledek sloučení bude TRUE, což je pokryto již v začátku tohoto pravidla.

Předchozí pravidlo sloučilo dva vstupní příznaky do jednoho výstupního finálního příznaku. Aby mohly vzniknout dva vstupní vítězné příznaky, ze kterých vzejde finální příznak, je potřeba, aby proběhlo hodnocení pouze pomocí histogramu a pouze pomocí energie, které je popsáno v dalším odstavci.

Hodnocení fotografií pouze pomocí histogramu či energie vychází ze dvou pravidel stejných pro obě metody. Při hledání konečného výsledku se vychází z vypočtených příznaků fotografie (příznaky pro celou fotografii, čtyři kvadranty, anebo pro stejnou část). Každá fotografie může mít jeden až tři příznaky podle počtu použitých oblastí vyhodnocení.

První pravidlo je založeno na hodnocení vypočtených příznaků pouze pomocí celé fotografie nebo pomocí čtyřech kvadrantů fotografie nebo pomocí stejné části fotografie. Tento vypočtený příznak fotografií je již přímo výsledným ohodnocením nejlepších fotografií.

Druhé pravidlo je založeno na kombinaci dvou vypočtených příznaků (celé části, čtyřech kvadrantů, anebo stejné části) fotografie. Fotografie obsahuje kombinaci dvou příznaků

s hodnotami TRUE a FALSE, a aby byla fotografie prohlášena za jednu z nejlepších, musí oba příznaky nabývat hodnoty TRUE.

Třetí pravidlo je založeno na kombinaci tří vypočtených příznaků (celé části, čtyřech kvadrantů a stejné části) fotografie. Fotografie obsahuje kombinaci tří příznaků s hodnotami TRUE a FALSE a aby byla fotografie prohlášena za jednu z nejlepších, musí minimálně dva příznaky nabývat hodnoty TRUE.

Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní aplikace jsem navrhl pomocí skriptovacího jazyka PHP. Každá stránka obsahuje základní prvky a obsah specifický pro daný krok uživatele. Uživatelské rozhraní taktéž obsahuje sekce uvádějící: informace o projektu, nápovědu k rozhraní a kontakt na autora. Jako základní kostru designu pro uživatelské rozhraní jsem využil volně dostupnou webovou šablonu Free CSS Templates, kterou jsem posléze přizpůsobil pro potřeby projektu a uživatelského rozhraní.

Pomocí PHP a knihovny SWFUpload je provedeno nahrání fotografií na server do složky. Posléze PHP skript zobrazí fotografie a nastavení, které zpracuje po potvrzení uživatelem. Zpracované informace PHP uloží do nově vytvořeného konfiguračního souboru a vytvoří spouštějící CGI skript. Systémovým voláním PHP funkce exec je spuštěn CGI skript, který jako prostředník spustí aplikaci a předá jí konfigurační soubor. Po ukončení práce aplikace jsou vypsány uživateli výsledky analýzy a vyhledány nejlepší fotografie. Toto všechno opět probíhá pomocí PHP skriptů.

Aby nebylo potřeba přenášet ze serveru k uživateli obrázky v originálním rozlišení, vytvořil jsem si miniaturní aplikaci, která na vstupu očekává čtyři parametry: cestu ke vstupní fotografii, cestu k výstupní fotografii o dané šířce, cestu k výstupní fotografii o trojnásobku dané šířky a danou šířku výstupní fotografie. Spuštěním této aplikace dojde k načtení fotografie a vytvoření menšího a většího náhledu na tuto fotografii.

Použité prostředky

Celá praktická část implementace projektu byla provedena pomocí následujících prostředků.

Za programovací jazyk aplikace jsem si zvolil objektově orientovaný jazyk C++, pomocí kterého jsem mohl vytvořit aplikaci s jednotlivými třídami a metodami. Tento jazyk jsem si vybral z důvodu snadnějšího pochopení implementace a možnosti propojení s knihovnou, která je napsána taktéž v tomto jazyce.

Veškeré zdrojové kódy této aplikace jsem editoval ve vývojovém prostředí NetBeans IDE verze 7.1 pomocí modulu podporujícího jazyk C/C++. Zdrojové kódy překládám pomocí kompilátoru g++ verze 4.4.5 a vytvořeného makefile souboru s nastavením kompilace.

V aplikaci používám knihovnu OpenCV verze 2.3.1 pro práci s obrázky (načítání, zpracování, uložení, vyhledávání příznaků).

Programátorskou dokumentaci vytvářím pomocí dokumentačního generátoru Doxygen verze 1.7.1. Každá třída je zdokumentována v programátorské dokumentaci a většina zdrojových kódů je popsána přímo v řádkových komentářích ve zdrojových souborech.

Veškeré zdrojové kódy jsou vytvořeny v kódování ISO-8859-2. Vygenerovaná dokumentace pomocí Doxygen je v kódování UTF-8.

Uživatelské webové rozhraní jsem vytvořil pomocí skriptovacího jazyka PHP verze 5.3.3. Pro zprovoznění webového rozhraní a jazyka PHP jsem využil Apache HTTP server verze 2.2.16. Jako základní kostru designu webového rozhraní, které jsem dále upravoval, jsem využil volně dostupnou šablonu Free CSS Templates ze zdroje www.templateemo.com a pro

nahrávání fotografií jsem využil knihovnu SWFUpload verze 2.2.0 používající JavaScript a Flash. Propojení Uživatelského rozhraní a aplikace probíhalo pomocí CGI skriptů.

Veškeré HTML stránky psané pomocí PHP skriptů jsou napsány ve formátu XHTML 1.0 Transitional. Pro zobrazení uživatelského rozhraní jsem využíval webové prohlížeče: Mozilla Firefox 3.6, Microsoft Internet Explorer 8, Google Chrome 14.0 a jejich různé verze, které jsem měl dostupné, s podporou JavaScriptu a Flashe.

Veškeré toto dílo bylo vytvořeno v operačním systému Ubuntu verze 10.10 virtualizovaném v programu Oracle VM VirtualBox verze 4.1.8. Tuto variantu virtualizace jsem zvolil z důvodu rychlé přenositelnosti mezi uživateli, kteří by měli zájem tuto aplikaci spustit, testovat nebo dál rozvíjet, pro tyto případy jim bude zcela stačit pouze zkopírovat image disku do svého systému a spustit ho v programu umožňující virtualizaci. Ubuntu běžící ve virtuálním prostředí mělo k dispozici: 1024 MB RAM, 8GB HDD a 1 CPU s frekvencí 1.83 GHz. V době realizace projektu jsem provozoval aplikaci s uživatelským rozhraním na vlastním serveru s doménovým jménem www.balca.cz a se stejným softwarovým vybavením jako je zde uvedeno, abych si vyzkoušel chování aplikace v reálném prostředí.

Možnosti zprovoznění projektu

Pro zprovoznění aplikace na vlastním zařízení je minimálně potřeba: webový server s podporou PHP a CGI skriptů, překladač jazyka C++, knihovna OpenCV, knihovna SWFUpload a právo pracovat se souborovým systémem.

Nejlepší způsob zprovoznění aplikace je spustit image disku projektu ve virtuálním stroji a postupně zprovoznit jednotlivé části projektu na vlastním zařízení podle toho, jak je to uděláno v projektu. Zprovoznění se skládá z následujících částí:

1. Nainstalování veškerých potřebných softwarových prerekvizit pro aplikaci, protože bez tohoto softwaru není možné dále pokračovat ve zprovoznění aplikace.
2. Zprovoznění aplikace se skládá v nastavení cesty ke knihovně OpenCV v hlavičkovém souboru knihovny.h a souboru Makefile a případné další úpravy v souboru Makefile, aby bylo možné přeložit zdrojový kód a vytvořit binární soubor aplikace.
3. Zprovoznění webového rozhraní tak, aby se úspěšně zobrazila hlavní stránka a formulář pro upload fotografií.
4. Nastavení cesty k datovému uložišti pro ukládání fotografií a cestu k aplikaci pro analyzování fotografií s nastavením příslušných práv pro čtení a zápis.
5. Nastavení cesty k miniaplikaci, která je volána PHP skriptem pouze pro zmenšení originálních fotografií, aby nebylo potřeba přenášet tak velké fotografie ze serveru k uživateli při zadávání parametrů aplikace analyzující kvalitu fotografií. Samotná aplikace analyzující kvalitu fotografií již ukládá pro webový server fotografie ve zmenšené podobě.
6. Otestování celé aplikace, zda všechno pracuje v pořádku a výsledky se zobrazují správně.

Nejvíce problémů může být způsobeno nesprávným nastavením cest k souborům, složkám a aplikacím (analyzování fotografií a miniaplikace z bodu 5), nesprávným nastavením práv souborového systému, nastavením webového serveru nebo nedostupností potřebného softwaru.

Nejlepším řešením těchto problémů by mělo být zkopírování veškerých zdrojových dat z image disku na vlastní systém, nastavení stejných práv k souborům a složkám a zprovoznění webového serveru se stejným nastavením.

5.4 Testování aplikace

Pro jakékoliv testování je potřeba mít obecná hodnotící kritéria, podle kterých se posléze specifikují kritéria pro samotné testování aplikace, uživatelského rozhraní a funkčnost.

Za obecná hodnotící kritéria lze považovat mimo jiné:

- čas spotřebovaný uživatelem, aby vykonal určitou činnost
- kolik času ke čtení, poslouchání a prohlížení uživatel potřebuje, aby pochopil co umí testovaná věc
- kolik úkonů musí uživatel provést, aby získal očekávaný výsledek
- v čem uživatel spatřuje problematické („úzké“) místo testované věci
- jestli aplikace vykonala to, co uživatel po ní požadoval
- jestli aplikace vykonala to, co měla správně vykonat či udělat

Hodnotících kritérií aplikace lze určitě definovat ještě další řadu - vzhled, atraktivnost, použitelnost, atd.

Parametry a výsledky testování

Pro testování a hodnocení mnou vytvořené aplikace jsem si připravil pro uživatele následující zadání: *byl jste na výletě v přírodě a vyfotil jste si sérii podobných fotografií krajiny. Chcete si uchovat pouze jednu nejkvalitnější fotografii a ostatní smazat. Pokuste se pomocí mnou vytvořené aplikace z fotografií vybrat jednu nejkvalitnější fotografii a dále určete, jestli aplikace správně vybrala podle vás nejlepší fotografii a jestli jste narazil na problematické místo.*

Ze zadání pro uživatele plyne úkol nahrát na server fotografie, které dostane již připravené, nastavit parametry jak uzná za vhodné a nechat pracovat aplikaci. Po zobrazení výsledku se uživatel musí zamyslet, jestli aplikace vybrala nejlepší fotografii i podle jeho mínění a jestli narazil na problematické místo při práci s aplikací.

Pro testování aplikace jsem oslovil uživatele, kteří mají základní znalosti práce s počítačem a internetem. Při samotném testování jsem jim přečetl zadání, poskytnul fotografie a zobrazil úvodní stránku uživatelského rozhraní aplikace. U testování aplikace uživatelem jsem sledoval:

- jestli pochopil zadání
- kolik času trvalo, než nahrál fotografie na server a zobrazil jejich náhled s nastavením pro další zpracování
- kolik času trvalo nastavení parametrů pro vyhodnocení
- kolik času celkově bylo spotřebováno od začátku práce po zobrazení vypočteného výsledku aplikací

- jestli aplikace vybrala nejlepší fotografii i podle mínění testujícího
- jestli našel problematické místo uživatelského rozhraní či aplikace nebo jestli má nějakou poznámku

Číslo uživatele	Pocho- pení zadání	Náhrá- ní a zo- brazení	Nasta- vení	Vypoči- tání vý- sledku	Spo- třeba času	Nale- zení nej- lepší	Problematické místo či po- známka
1	ano	105	15	30	150	ano	Žádné.
2	ano	110	10	33	153	ano	Žádné.
3	ano	100	60	20	180	ano	Užitečná nápo- věda zvyšující přehlednost.
4	ne	80	20	62	162	ano	Žádné.
5	ano	94	70	26	190	ano	Žádné.
6	ano	60	30	90	180	ano	Žádné.
7	ano	96	60	84	240	neví	Vytvořil bych různé profily pro hodnocení.
8	ano	125	30	40	195	ano	Žádné.
9	ano	60	15	45	120	ano	Ocenil bych podrobnější výsledky.
10	ano	350	180	80	610	ano	Žádné.
11	ano	89	30	46	165	neví	Nenalezl jsem označení nejle- pší fotografie.
12	neví	248	130	49	427	ne	Pro neznalce fotografie příliš složitě.
13	ano	107	90	48	245	ano	Uvítal bych ná- povědu pro no- váčka.
14	ano	80	30	30	140	ano	Žádné.
15	ano	300	20	60	380	ano	Žádné.
16	ano	60	10	45	115	ne	Málo stručný doplňující text.
17	ano	96	5	99	200	neví	Popsat k čemu slouží metody a co dělají.
18	neví	80	20	35	135	ano	Žádné.
19	ano	90	35	70	195	ne	Žádné.
20	ano	75	20	35	130	ano	Žádné.

Tabulka 5.1: výsledky testování aplikace.

Tabulka 5.1 ukazuje v každém řádku výsledek jednoho testování uživatelem. Záhloví každého sloupce udává význam hodnot v daném sloupci. Jako doplňující dotaz jsem se uživatele zeptal jestli ho zaujal vzhled rozhraní a zda je z jeho pohledu rozhraní přehledné.

1. sloupec zleva obsahuje číslo uživatele. 2. sloupec zachycuje pochopení zadání uživatelem. 3. sloupec udává čas spotřebovaný pro nahrání fotografií na server a zobrazení jejich náhledu. 4. sloupec udává čas potřebný k nastavení parametrů aplikace. 5. sloupec je dopočten z naměřených hodnot jako rozdíl hodnot ze sloupců číslo 6 – (3 + 4) a udává, kolik času potřebovala aplikace pro vypočtení výsledku. 6. sloupec udává, kolik času spotřeboval uživatel od začátku práce do zobrazení výsledku. 7. sloupec hodnotí, jestli aplikace vybrala nejlepší fotografii i podle mínění uživatele. Poslední sloupec obsahuje poznámku s případným problematickým místem uživatelského rozhraní či aplikace.

Časové informace v tabulce jsou udány v sekundách. Uživateli jsem dodal 4 fotografie o celkové velikosti 10 MB, které nahrával přes internet na provozovaný server www.balca.cz s vytvořenou aplikací.

Vyhodnocení testování

Z celkového počtu 20 uživatelů pochopilo zadání celkem 17, 2 uživatelé nevěděli jestli pochopili zadání správně a jeden oslovený uživatel zadání zcela nepochopil.

Z naměřených časů jsem spočítal průměrné hodnoty v tabulce 5.2

Prováděná operace	Průměrný čas (s)
Nahrání fotografií a zobrazení	120,3
Nastavení parametrů	44,0
Výpočet výsledku	51,4
Zobrazení výsledku od začátku práce	215,6

Tabulka 5.2: průměrná spotřeba času na danou operaci.

Při vyhodnocení spotřebovaného času je vidět, že nejvíce času uživateli zabere nahrát originální fotografie o relativně velké velikosti na server. V průměru tato operace trvala 120,3 s a nejdelší doba byla dokonce 350 s. Nastavení parametrů pro aplikaci zabralo vcelku dlouhou dobu (44,0 s), což bylo více než moje očekávání. Samotné vyhodnocení fotografií zabralo v průměru 51,4 s a výsledek se zobrazil uživateli od začátku zadávání fotografií po 215,6 s.

Nejvíce ovlivňujícím faktorem v době měření byla vytíženost serveru, rychlost přenášených dat a orientace uživatele při nastavení parametrů. Předpokládám, že pokud bude uživatel již znalý uživatelského rozhraní, může být spotřebovaný čas na nastavení analýzy i poloviční (někde okolo 20 s). Čas potřebný na vyhodnocení fotografií je velmi závislý na nastavených parametrech, množství zpracovávaných fotografií a jejich rozlišení. Pro zlepšení spotřeby času by bylo potřeba aplikaci provozovat na výkonnějším hardwaru s lepším připojením k internetu.

Ve vyhodnocení zda aplikace vybrala technicky nejkvalitnější fotografii i dle mínění uživatele jich 14 odpovědělo ano, 3 nevím a 3 uživatelé ne. Zhodnocením tohoto faktoru jsem dostal zpětnou vazbu od uživatelů, kteří ze 2/3 souhlasí s nalezenou nejkvalitnější fotografií.

Při dotazování na úzké či problematické místo aplikace jsem získal pouze pár informací, které jsou o to cennější. Shrnutím tohoto hodnocení jsou dvě problematická místa: nastavení

parametrů při prvním seznamování s aplikací a zobrazení či vypsání nejlepších fotografií. Tyto dvě problematická místa souvisí s prvotním seznamováním s aplikací a neochotou číst nebo zjišťovat další podrobnosti v nápovědě. Několik uživatelů označilo jako velmi dobré umístění nápovědy přímo k jednotlivým prováděným krokům.

Celkem 17 uživatelů z 20 odpovědělo, že jim vzhled rozhraní přišel zajímavý, a 18 uživatelům z 20 se toto rozhraní zdálo přehledné.

Z výsledků hodnocení plyne, že uživatelé byli ochotni pracovat s aplikací a dokázali, i když někteří s větším úsilím, provést potřebné kroky pro zobrazení výsledku. Jakékoliv hodnocení uživateli je do jisté míry subjektivní a setkával jsem se s protichůdnými názory především na nastavení, zobrazení výsledků a nápovědu.

Možnosti pokračování práce

Z mého pohledu je možné pokračovat v této práci ve dvou hlavních směrech: další rozvoj uživatelského rozhraní a další rozvoj aplikace pro hodnocení kvality fotografií.

Rozšíření prvního směru by mohlo spočívat v zpřehlednění rozhraní, propracování nápovědy, vytvoření ukázkového příkladu, rozšíření možností exportů výsledků a jejich uložení, přizpůsobit toto rozhraní pro mobilní platformy a případné další.

Rozšíření druhého směru by mohlo být v zrychlení a optimalizaci stávajících algoritmů, vytvoření dalších hodnotících algoritmů, zdokonalení automatizace vyhodnocování (rozpoznání druhu scény a nastavení příslušných vlastností hodnocení), rozšíření rozhraní aplikace o další možnosti vstupu a výstupu, vytvoření rozhraní pro cloud řešení (přístup k aplikaci pomocí různých zařízení) a další.

Všeobecné rozšíření celé práce může spočívat v zprovoznění této práce na hostovaném serveru pro potencionální uživatele, zavedení paralelismu při zpracovávání jednotlivých fotografií, integrace do grafických editorů fotografií, vytvoření nové nebo upravení stávající aplikace pro mobilní telefony v podobě mobilní miniaplikace a další.

Toto téma, z pohledu strojového vyhodnocování kvality fotografií, není zcela moc probádaná část počítačové grafiky. Do budoucna předpokládám, že má velký potenciál pro rozšíření a uplatnění, protože jak jsem se v začátku práce zmínil, máme velké množství „zbytečných a nepotřebných“ fotografií zabírajících paměťové prostředky, které lze využít užitečnějším způsobem.

Kapitola 6

Závěr

V této diplomové práci jsem se zaměřil na téma zabývající se uživatelským rozhraní WWW pro analýzu fotografií.

Cíle diplomové práce byly naplněny. V kapitole 2 jsem sepsal informace ohledně fotografování, fotografií a reprezentace obrazu v počítači jako podklad pro další části diplomové práce. Prostudoval jsem literaturu na téma vytváření uživatelského rozhraní programů. Poznatky jsem uvedl v kapitole 3. Zhodnotil jsem současný stav softwaru pro analýzu fotografií v podkapitole 4.2. V podkapitole 5.1 jsem navrhl obecnou strukturu aplikace, která bude analyzovat fotografie na výpočetním serveru a uživateli navrátí vypočtený výsledek pomocí uživatelského rozhraní. V následující podkapitole 5.2 jsem si již navrhl konkrétní možnost implementace aplikace s uživatelským rozhraním zaměřeným na vyhodnocení kvality snímků. Z vytvořeného návrhu jsem implementoval uživatelské rozhraní a samotnou aplikaci využívající toto rozhraní. Aplikaci jsem vytvořil pro výpočetní server, který využívá webové rozhraní a dodává uživateli vypočtený výsledek. Důležité části implementace jsem popsal v podkapitole 5.3. Na závěr jsem oslovil potenciální uživatele, abych podrobil aplikaci testům a dostal zpětnou vazbu. Posléze jsem mohl provést vyhodnocení dosažených výsledků. Veškeré výsledky a diskuse jsem uvedl v podkapitole 5.4.

Při hodnocení aplikace bylo dotázáno 20 uživatelů se stejným zadáním a vstupními daty. Z testování vyplynulo, že největší obtíže uživatelům činilo prvotní zorientování se v rozhraní a jeho funkcích, a že z celkového času práce s aplikací (v průměru 215,6 s) zabralo samotné nahrávání fotografií přes polovinu tohoto času (v průměru 120,3 s).

Při tvorbě diplomové práce jsem narážel na různá úskalí týkající se jak této textové části, tak i samotného návrhu a implementace aplikace. V textové části jsem narážel na nedostatek informací ohledně strojového vyhodnocování fotografií a následné analýzy získaných dat. U praktické části jsem narazil na problém v instalaci potřebného softwarového vybavení a zprovoznění všech částí aplikace. Nejobtížnější bylo správně zprovoznit knihovnu OpenCV a propojit webový server s aplikací analyzující fotografie.

Při výhledu do budoucna bych chtěl zrychlit stávající algoritmy, rozšířit rozhraní aplikace o další možnosti vstupu a popřípadě zprovoznit tuto práci na hostovaném serveru pro potenciální uživatele.

Případní zájemci o tuto problematiku by mohli tento projekt dále rozvíjet vytvořením rozhraní pro cloud řešení (přístup k aplikaci pomocí různých zařízení), zavedením paralelismu při zpracovávání jednotlivých fotografií, optimalizací stávajících a vytvořením nových algoritmů, zdokonalením automatizace vyhodnocování a dalšími vhodnými rozšířeními.

Literatura

- [1] Adobe Systems Incorporated: *Photoshop Express Editor*. [online], San Jose (Kalifornie, USA), 2011 [cit. 2011-12-3].
URL <http://www.photoshop.com/tools/expresseditor>
- [2] Arbor Labs: *FotoFlexer*. [online], Berkeley (Kalifornie, USA), 2010 [cit. 2011-12-3].
URL <http://fotoflexer.com>
- [3] Dickman, J.; Kinghorn, J.: *Mistrovství digitální fotografie s DSLR*, kapitola Ovládání fotoaparátu. Brno (Česká republika): Computer Press, první vydání, 2010, ISBN 978-80-251-2816-9, s. 47–49.
- [4] Dickman, J.; Kinghorn, J.: *Mistrovství digitální fotografie s DSLR*, kapitola Jemné doladění snímku. Brno (Česká republika): Computer Press, první vydání, 2010, ISBN 978-80-251-2816-9, s. 292–295.
- [5] Dobeš, M.: *Zpracování obrazu a algoritmy v C#*, kapitola Digitální fotografie a digitalizace obrazové informace. Praha (Česká republika): BEN - technická literatura, první vydání, 2008, ISBN 978-80-7300-233-6, s. 16–18, 20, 25–26.
- [6] Čevela, L.: *Digitální fotografie v programu GIMP*, kapitola Přichází GIMP. Brno (Česká republika): Computer Press, první vydání, 2010, ISBN 978-80-251-2585-4, s. 8–9.
- [7] Faux Labs: *Splashup*. [online], The City of New York (New York, USA), 2010 [cit. 2011-12-3].
URL <http://www.splashup.com>
- [8] Frey, M.: *Digitální krajinářská fotografie*, kapitola Expozice a histogramy. Brno (Česká republika): Zoner Press, první vydání, 2010, ISBN 978-80-7413-063-2, s. 34–37.
- [9] Holota, R.; Fiřt, J.: Digitalizace a zpracování obrazu. In *Digitální mikroskopie a analýza obrazu v metalografii*, Plzeň (Česká republika): Západočeská univerzita, 2002, ISBN 80-7082-917-6, s. 34–38.
- [10] Iskra, J.: *Google*, kapitola Fotografie s Google Picasa. Brno (Česká republika): Computer Press, 2008, ISBN 978-80-251-1833-7, s. 118–133.
- [11] Kohútek, P.: *Obraz*. [online], Praha (Česká republika), 2004 [cit. 2011-11-28].
URL <http://medard.soc.cas.cz/digidat/obraz.htm>
- [12] Kristián, P.: *Zoner Photo Studio*, kapitola Okno správce. 2, Brno (Česká republika): Zoner Press, první vydání, 2011, ISBN 978-80-7413-148-6, s. 8–13.

- [13] Kristián, P.: *Zoner Photo Studio*, kapitola Okno Prohlížeč. 2, Brno (Česká republika): Zoner Press, první vydání, 2011, ISBN 978-80-7413-148-6, s. 102–111.
- [14] Kristián, P.: *Zoner Photo Studio*, kapitola Editor - nástroje a jejich nastavení. 1, Brno (Česká republika): Zoner Press, první vydání, 2011, ISBN 978-80-7413-169-1, s. 94–115.
- [15] Kristián, P.: *Zoner Photo Studio*, kapitola RAW. 1, Brno (Česká republika): Zoner Press, první vydání, 2011, ISBN 978-80-7413-169-1, s. 50–83.
- [16] Král, M.: *Adobe Photoshop CS5*, kapitola Seznámení s programem Adobe Photoshop CS5. Praha (Česká republika): Grada, první vydání, 2011, ISBN 978-80-247-3723-2, s. 17–33.
- [17] Microsoft: *Microsoft Visual Studio*. [online], Praha (Česká republika), 2011 [cit. 2011-12-7].
URL <http://www.microsoft.com/cze/msdn/vstudio/2010/>
- [18] Milan Šonka, V. H.: *Počítačové vidění*, kapitola Digitální obraz a jak to získat. Praha: Grada (Česká a Slovenská Federativní Republika), 1992, ISBN 80-85424-67-3, s. 25–26.
- [19] Nokia Corporation: *Qt Creator IDE and tools*. [online], Espoo? (Finsko), 2011 [cit. 2011-12-18].
URL <http://qt.nokia.com/products/developer-tools/>
- [20] Novák, O.: *Online Web Photo Editor*. [online], Brno (Česká republika), 2010 [cit. 2011-12-3].
URL <http://www.photoeditor.cz>
- [21] Šonka, M.; Hlaváč, V.; Boyle, R.: *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, kapitola The image, its representations and properties. Toronto (Kanada): Thomson Learning, třetí vydání, 2008, ISBN 978-0-495-08252-1, str. 29.
- [22] Oracle Corporation: *NetBeans IDE 7.0 Features*. [online], Redwood Shores (Kalifornie, USA), 2011 [cit. 2011-12-7].
URL <http://netbeans.org/features/index.html>
- [23] PHOTO TV: *Barevná hloubka*. [online], Zlín (Česká republika), 2011 [cit. 2011-11-28].
URL <http://www.phototv.cz/index.php?page=cataltxt&recid=38>
- [24] Pihan, R.: *Porozumění správné expozici*. [online], Praha (Česká republika), 2007 [cit. 2011-11-26].
URL http://fotoroman.cz/techniques2/exposure_basic.htm
- [25] Pixlr team: *Pixlr Editor*. [online], Mount Laurel? (New Jersey, USA), 2011 [cit. 2011-12-3].
URL <http://pixlr.com/editor>
- [26] The GIMP Team: *gimp 2.6*. [online], Minneapolis? (Minnesota, USA), 2011 [cit. 2011-12-6].
URL <http://www.gimp.org/downloads/>

- [27] Webopedia: *Digital photography*. [online], Foster City (Kalifornie, USA), 2011 [cit. 2011-11-26].
URL http://www.webopedia.com/TERM/D/digital_photography.html

Příloha A

Seznam příloh

Příloha číslo 1: DVD s vytvořenou aplikací, zdrojovými kódy, dokumentací a elektronickou verzí této práce. Popis obsahu DVD se nachází v příloze **B**.

Příloha číslo 2: popis dalších bloků funkcí aplikace pro analýzu fotografií se nachází v příloze **C**.

Příloha číslo 3: popis implementace dalších algoritmů pro analýzu fotografií se nachází v příloze **D**.

Příloha číslo 4: ukázka webového rozhraní vytvořené aplikace pro analýzu kvality fotografií se nachází v příloze **E**.

Příloha B

Obsah DVD

Příložené DVD na zadní straně desek obsahuje data související s touto prací. Na DVD se nachází:

- Složka **dp** obsahuje elektronickou verzi této diplomové práce.
- Složka **dokumentace** obsahuje vygenerovanou dokumentaci k aplikaci pro analýzu kvality fotografií, uživatelskou a programátorskou příručku.
- Složka **image** obsahuje vytvořený image disku programem Oracle VM VirtualBox. Virtuální image disku obsahuje operační systém Ubuntu s praktickou částí této diplomové práce pro možnosti zkoušení a testování aplikace.
- Složka **zdroj** obsahuje zdrojové kódy vytvořené při praktické části diplomové práce zkopírované z image disku pro ukázkou řešení.

Příloha C

Popis bloků funkcí aplikace pro analýzu fotografií

V této části přílohy uvádím popis dalších bloků funkcí mnou navržené aplikace pro analýzu kvality fotografií. Tyto bloky jsou zde uvedeny jako příloha z toho důvodu, aby čtenář mohl číst ucelený text začínající stranou 48 o popisu klientské části až po část na straně 53 o propojení klientské a serverové části a nebyl rušen popisem veškerých bloků aplikace.

Klientská část

V této části se nacházejí zbylé bloky klientské části aplikace, které jsem podrobněji ještě nepopsal v části návrhu konkrétní aplikace v podkapitole 5.2.

Vzhled rozhraní: celkový vzhled rozhraní jsem zvolil, z mého pohledu, střídmě, jednoduše a tak, aby byl snadno pochopitelný, což ovšem nevylučuje jeho propracovanost.

Při použití složitějšího designu rozhraní jsem se obával, že se uživatel bude více zaměřovat na vzhled než na samotné funkce a tento složitý vzhled bude odvádět jeho pozornost. Další důvod, proč jsem zvolil jednoduchý design, spočíval v tom, že pro uživatele bude snazší pochopit postup jeho kroků při používání programu a nebude muset hledat potřebné odkazy a tlačítka.

Celkový vzhled rozhraní jsem zaměřil tak, aby měl uživatel v aktuálním kroku nabídnuty pouze aktuální možnosti práce a doplňující komentář k tomu, co má provést.

Ukázka vzhledu uživatelského rozhraní se nachází v příloze E.

Zadání vstupních fotografií: na úvodní stránce má uživatel možnost spatřit vstupní pole pro výběr fotografií k analýze. Na obrázku C.1 je ukázka tohoto vstupního pole s nahráváním fotografií. Fotografie 1.jpg je již nahrána, fotografie 2.jpg se nahrává a fotografie 3.jpg čeká na nahrávání.

Minimální počet zadávaných fotografií jsem si navrhl na hodnotu jedna, ale je lepší, aby byly zadány alespoň dvě fotografie, aby bylo při analýze co porovnávat. V případě zadání jedné fotografie uživatelem provede aplikace pouze vyhodnocení kvality bez vyhledání nejzdařilejší fotografie.

Počet vstupních fotografií jsem se rovněž rozhodl omezit shora, aby nedocházelo k neočekávaným stavům a především ke zdoluhavým výpočtům. Omezení maximálního počtu fotografií jsem zvolil na 50 fotografií. Při překročení maximálního nebo nezadání minimálního počtu fotografií je uživatel na tuto skutečnost upozorněn. Velikost nahrávaných



Obrázek C.1: ukázka vstupního pole pro výběr a nahrávání fotografií.

fotografií jsem omezil na maximálně 100 MB na jednu fotografii a celkem na 500 MB na všechny fotografie dohromady, aby server nebyl nucen zpracovávat extrémně velké soubory.

Za uživatelsky nejvýhodnější postup zadání fotografií považuji skupinový výběr fotografií. Při takovém výběru může uživatel současně označit více fotografií a nechat je následně zpracovat programem. Ještě jsem zvažoval návrh zadávání fotografií pomocí formuláře, kde by každé fotografii odpovídal jeden ruční výběr. Následně se mi tato možnost jevila jako velmi zdlouhavá a nepříjemná.

Po vybrání fotografií je možné tyto fotografie začít odesílat na server, aby mohly být zpracovány. Jako poslední krok procesu nahrávání jsem zvolil potvrzení nahrávání fotografií a jejich zobrazení uživateli, aby měl jistotu, že všechno zatím probíhá v pořádku a nahrál fotografie, které opravdu nahrát požadoval.

Uložení výstupu programu: současně se zobrazením výsledků pomocí rozhraní jsem navrhl v aplikaci možnost uložení výsledku programu. Poznačení výsledku lze docílit několika způsoby.

Uživatel si může uložit zobrazený výsledek ve formátu HTML či v textové podobě anebo jej může vytisknout na tiskárně. Tyto možnosti primárně podporuje již webový prohlížeč. Další možností, kterou bude poskytovat výsledná aplikace, je uložení technicky nejlepších fotografií zpátky do souborového systému uživatele.

V neposlední řadě jsem ještě u návrhu uvažoval o vytvoření spustitelného skriptu, který by si uživatel stáhnul do svého souborového systému a po spuštění by tento skript smazal méně zdařilé fotografie nebo překopíroval technicky zdařilé fotografie do jiné složky. Tuto možnost jsem ovšem zavrhl s ohledem na různost operačních systémů a především s ohledem na mazání nebo přesouvání fotografií uživatele cizím skriptem, ke kterému nemusí mít důvěru a může ho považovat za škodlivý.

Při ukládání fotografií (a platilo by to i pro vytváření skriptů) musí mít uživatel možnost zadat nebo pozměnit výběr nejlepších fotografií. Tuto možnost je nejlépe přidružit k textovému označení nejlepších fotografií pomocí zaškrtačacího tlačítka webového formuláře, kde všechna automaticky nebo posléze ručně zaškrtnutá políčka odpovídající dané fotografii bude smět uživatel stáhnout do počítače.

Nápověda: součástí webového rozhraní bude i jednoduchá nápověda s informacemi o používání.

V každém okamžiku práce s rozhraním je víc než vhodné, aby si uživatel mohl přečíst nápovědu pro daný krok. Přechod mezi prováděným krokem a nápovědou nesmí zapříčinit ztrátu aktuálních informací.

Komplexní nápovědu je dobré udělat jako jeden přehledný HTML souborů s radami a vysvětlivkami pro všechny kroky programu. Pro názornější pochopení by tato komplexní nápověda měla taktéž obsahovat vzorový příklad s obrázky.

Zadání nového požadavku: po skončení jakékoliv činnosti uživatelem je potřeba, aby uživatel mohl bez obtíží přejít na první krok zadávání nového požadavku nebo aby mohl změnit parametry nyní ukončené analýzy a mohl provést tuto analýzu znova. Posledním možným krokem uživatele je zadat požadavek na smazání nahraných a vytvořených dat.

Serverová část

V této části se nacházejí zbylé bloky serverové části aplikace, které jsem podrobněji ještě nepopsal v části návrhu konkrétní aplikace v podkapitole 5.2.

Spuštění aplikace: před samotným spuštěním aplikace je potřeba, aby fotografie pro zpracování už byly umístěny ve složce na disku výpočetního serveru a aby byl jejich formát podporován aplikací. Nejběžnější formáty, které aplikace bude podporovat jsou: JPEG, BMP, PNG a TIFF.

Spuštění aplikace bude probíhat pomocí příkazového řádku a předáním parametrů při spuštění.

Načtení fotografií a parametrů: předání parametrů aplikaci může probíhat více způsoby: pomocí konfiguračního souboru nebo zadáním přepínačů.

Pro tuto aplikaci jsem si navrhl předání parametrů pomocí konfiguračního souboru, ke kterému bude uvedena cesta při spuštění. Cesta k tomuto konfiguračnímu souboru je jediným povinným parametrem.

V konfiguračním souboru jsou uvedeny specifické přepínače, které udávají cestu k fotografiím, parametry použití algoritmů a nastavení vyhodnocení kvality pomocí vypočtených výsledků. Na každém řádku v souboru je uveden přepínač, za kterým následuje mezera, a hodnota tohoto přepínače.

Za výhodu této varianty považuji především to, že stačí zadat cestu ke konfiguračnímu souboru, který bude obsahovat všechny ostatní informace pro běh algoritmu. Jediná menší nevýhoda spočívá v tom, že je potřeba implementovat jednoduchý parser, který bude provádět parsování a načítání souboru.

Po zpracování vstupních hodnot a ošetření jejich nesprávných nebo chybějících hodnot je potřeba načíst zpracovávané fotografie do paměti a nastavení do proměnných.

Výstup dat z programu: poslední část analýzy fotografií spočívá v předání výsledků na výstup. Při volbě výstupu jsem upřednostnil výpis do souboru před výpisem na standardní výstup.

Program provede výpis shromážděných dat do souboru již přímo pomocí HTML značek tak, aby bylo možné tento výsledek přímo předat klientovi a nemuselo se s výsledkem ještě cokoliv jiného provádět. Výpis informací proběhne pomocí tabulky jak jsem již zmínil dříve. Cesta k výstupnímu souboru je již zadána při spuštění aplikace. Na standardní výstup aplikace budou vypisovány pouze dodatečné informace, které stačí uživateli vypsat pouze v textové podobě.

Propojení klienta se serverem

V této části se nacházejí zbylé bloky propojení klientské a serverové části aplikace, které jsem podrobněji ještě nepopsal v části návrhu konkrétní aplikace v podkapitole 5.2.

Zpracovávání požadavků zadaných klientem: na začátku celého procesu stojí klient, který zadá vstupní fotografie a pomocí nastavení zvolí ve formuláři parametry programu. Při odeslání požadavku ke zpracování je potřeba nahrát fotografie na server a uložit si zvolené nastavení.

Veškeré zpracovávané fotografie budou pomocí webového rozhraní nahrány do nově vytvořené složky, ze které se budou načítat při jejich analýze a při zobrazení výsledku na webovém rozhraní. Navržené používání složek je vhodné z pohledu přehlednosti zpracovávaných dat, kde každá složka odpovídá jedné úloze. Tímto se zamezí vzájemnému přepisování souborů při spuštění více instancí aplikace současně. Složka bude pojmenována pomocí kombinace časového razítka a pseudonáhodně vygenerovaného čísla. Jelikož složka zabírá na disku určitou velikost, není možné uchovávat všechny vyřešené úlohy na disku, a proto je nutné tyto složky postupně mazat. Mazání složek s daty je prováděno po určitém čase a době nepoužívání této složky, protože uživatel může opustit webovou stránku v libovolný okamžik a data už nechce zobrazit, nebo uživatel již zobrazil data a odešel na jinou webovou stránku. Druhý dostupný způsob smazání složky je pomocí stisku tlačítka „Smazat data“, které provede smazání dat a přechod na stránku s možností zadání nových fotografií.

Při načítání požadavků od klienta bude provedeno ošetření nesprávně zadaných hodnot (např.: místo čísla skupiny fotografií zadal znaky, místo akceptovaného formátu obrázku zadal jiný formát). V případě chybějících nebo špatně zadaných hodnot budou tyto hodnoty automaticky nahrazeny předdefinovanou hodnotou. Uživatel nebude muset hledat chybu v zadávání hodnot. Bude-li chtít tyto hodnoty přesto opravit, bude mít tuto možnost při zadávání změněných parametrů pro nové hodnocení stejných fotografií.

Po procesu načtení, zpracování a ošetření požadavků od uživatele nastane okamžik, kdy jsou tyto informace zaznamenány do konfiguračního souboru, který je uložen pomocí TXT souboru. V souboru jsou uloženy parametry a cesty k fotografiím. Tento soubor je umístěn ve stejné složce jako fotografie.

Vypsání výsledku: po obdržení výsledku již může webový server vypsát výsledek uživateli. Obsah proměnné, do které si webový server poznačil textový výstup, a z PHP souboru od aplikace vytvoří webový server výslednou podobu HTML stránky vložením těchto částí na místa označená pro výpis výsledků.

Uživatel má možnost na konci celého procesu změnit parametry hodnocení, nebo stisknout tlačítko „Smazat data“ pro smazání vypočtených dat a všech fotografií z pracovního adresáře na diskovém uložišti serveru. Tento příkaz smazání je spojen s přechodem k zadávání nového požadavku na vyhodnocení.

Příloha D

Popis implementace funkcí aplikace

V této části přílohy uvádím popis dalších funkcí aplikace. Jejich popis je proveden pomocí pseudokódu vycházejícího z jazyka C++ a funkcí knihovny OpenCV.

Vytvoření přibližného náhledu

Z fotografie vybere aplikace pouze prostřední část o definované velikosti. Výběr této části poskytuje uživateli uvidět případný šum nebo rozmazané hrany objektů.

```
pozice_x = foto.sirka/2 - VYREZ_X/2; // výpočet hodnot pro výřez
pozice_y = foto.vyska/2 - VYREZ_Y/2;
CvRect ctverec = cvRect(pozice_x, pozice_y, VYREZ_X, VYREZ_Y);

IplImage* foto; // pomocná proměnná pro výřez
foto = new IplImage(fotografie); // kopie originální fotografie pro výřez
cvSetImageROI(foto, ctverec); // výběr výřezu z fotografie

IplImage* vyrez; // vytvoření fotografie a uložení dat
vyrez = new IplImage;
vyrez = cvCreateImage(cvGetSize(foto), foto->depth, foto->nChannels);
cvCopy(foto, vyrez);
cvResetImageROI(foto); // uvolnění výřezu z fotografie
vysledek = Mat(vyrez); // výsledný náhled
```

Na obrázku [D.1](#) je ukázána vstupní fotografie, na které bude prováděna analýza. Na obrázku [D.2](#) je ukázán vytvořený výřez se vstupní fotografie.



Obrázek D.1: vstupní fotografie pro analýzu.



Obrázek D.2: přibližný náhled fotografie.

Zvýraznění špatné expozice

Při fotografování může dojít k přexponování nebo naopak k podexponování fotografie. Ve fotografii se mohou vyskytovat následně jenom bílá či černá místa. Následující kód ukazuje postup zvýraznění bílých či černých míst. Pro ukázkou je zde uvedeno zvýraznění bílých míst. U černých míst by se jenom změnila hodnota pro hledaný pixelu (barva_R = 0, barva_G = 0 a barva_B = 0).

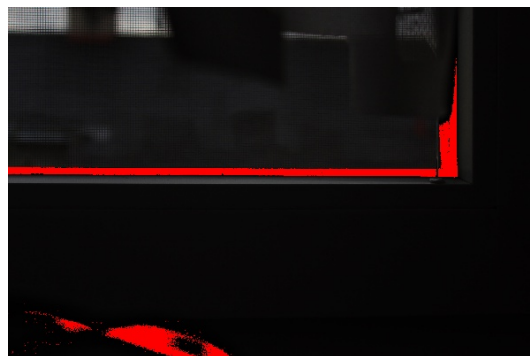
```
barva_R = 255; // hledaná bílá barva
barva_G = 255;
barva_B = 255;
R = 255; // červená zvýrazňující barva
G = 0;
B = 0;
int n = fotografie.pocet_kanalů; // počet barevných kanálů fotografie
uchar* ptr; // ukazatel na data

for (int y = 0; y < fotografie.radky; y++){ // průchod přes řádky
    ptr = fotografie.data + fotografie.sloupce*y; // ukazatel na data
    for (int x = 0; x < fotografie.sloupce; x++){ // průchod přes sloupce
        if ((int(ptr[n*x+2]) == barva_R) && // vyhledání bílé barvy
            (int(ptr[n*x+1]) == barva_G) &&
            (int(ptr[n*x]) == barva_B)){
            ptr[n*x+2] = R; // zvýraznění červenou barvou
            ptr[n*x+1] = G;
            ptr[n*x] = B;
        }
    }
}
```

Na obrázku D.3 je ukázáno zvýraznění přexponovaných míst. Na obrázku D.4 je naopak zvýraznění podexponovaných míst.



Obrázek D.3: zvýrazněná přexponovaná místa.



Obrázek D.4: zvýrazněná podexponovaná místa.

Výpočet histogramu

Výpočet histogramu spočívá v převodu fotografie na stupně šedi a průchod přes jednotlivé pixely. Každá hodnota pixelu se posléze přičte do proměnné reprezentující tuto skupinu.

```
Mat seda; // pomocná proměnná
cvtColor(fotografie, seda, CV_RGB2GRAY); // převod RGB složek na šedotón.
vector< unsigned long > histogram(256,0); // vypočtený histogram
int n = seda.pocet_kanalů; // počet kanálů
uchar* ptr; // ukazatel na data
int hodnota; // hodnota pixelu

for (int y = 0; y < seda.radky; y++){ // průchod přes řádky
    ptr = seda.data + seda.sloupce*y; // ukazatel na data
    for (int x = 0; x < seda.sloupce; x++){ // průchod přes sloupce
        hodnota = int(ptr[n*x]); // hodnota pixelu
        histogram[hodnota]++; // zvýšení čítače
    }
}

seda.uvolni; // uvolnění pomocné proměnné
```

Tento kód znázorňuje výpočet histogramu pro celou fotografii. Stejný postup se použije i pro výpočet histogramu pro jednotlivé kvadranty fotografie nebo pro výpočet nad stejnou částí všech fotografií. Výpočet by se potom provedl pouze s příslušnými daty.

Při závěrečném vypsání procentuálního zastoupení černé a bílé barvy se vychází ze spočítaného histogramu. Následující kód ukazuje tento výpočet pro přeexponovaná místa.

```
unsigned long suma = 0; // počet pixelů
float vysledek = 0; // výsledek v procentech

for (int i; i < histogram.delka; i++){
    suma = suma + histogram[i];
}

vysledek = histogram[255]/float(suma) * 100;
```

Výpočet energie

Výpočet energie spočívá v převodu fotografie na stupně šedi a průchod přes jednotlivé pixely. Převod fotografie na stupně šedi je stejný jako u výpočtu histogramu. Při průchodu přes pixely se počítá suma hodnot, suma hodnot na druhou a celkový počet pixelů. Posléze se vypočítá průměrná hodnota jednoho pixelu a z toho se vypočítá energie všech pixelů. Poslední část je přepočet hodnoty energie všech pixelů na hodnotu energie jednoho pixelu.

```
int n = fotografie.pocet_kanalů; // počet kanálů
uchar* ptr; // ukazatel na data
int hodnota; // hodnota pixelu
int suma_pixelu, suma_pixelu_2, pocet_vzorku = 0; // pomocné proměnné
int prumer_pixelu, energie_pixel, energie_cela; // proměnné pro výpočet
float energie; // vypočtené energie

// spočtení průměrné hodnoty jednoho pixelu
for (int y = 0; y < fotografie.radky; y++){ // průchod přes řádky
    ptr = fotografie.data + fotografie.sloupce*y; // ukazatel na data
    for (int x = 0; x < fotografie.sloupce; x++){ // průchod přes sloupce
        hodnota = int(ptr[n*x]); // hodnota pixelu
        suma_pixelu = suma_pixelu + hodnota; // součet sumy hodnot
        pocet_vzorku++; // přičtení pixelu v čítači
    }
}
prumer_pixelu = suma_pixelu/(long double)(pocet_vzorku); // průměrná hodn.

// spočtení energie celé fotografie
for (int y = 0; y < fotografie.radky; y++){ // průchod přes řádky
    ptr = fotografie.data + fotografie.sloupce*y; // ukazatel na data
    for (int x = 0; x < fotografie.sloupce; x++){ // průchod přes sloupce
        hodnota = int(ptr[n*x]); // hodnota pixelu
        energie_pixel = (hodnota*hodnota - 2*hodnota*prumer_pixelu
            + prumer_pixelu*prumer_pixelu);
        energie_cela = energie_cela + energie_pixel;
    }
}
\vspace{1em}

// průměrná energie na jeden pixel
energie = energie_cela/(float)pocet_vzorku;
```

Tento kód znázorňuje výpočet energie pro celou fotografii. Stejný postup se použije i pro výpočet energie pro jednotlivé kvadranty fotografie, kde vzniknou čtyři výsledné hodnoty pro fotografii, nebo pro výpočet nad stejnou částí všech fotografií. Výpočet by se potom provedl pouze s příslušnými daty.

Hledání klíčových bodů

Při hledání jednotlivých skupin fotografií je potřeba zjistit, které fotografie pochází ze stejné skupiny. Tento proces může uživatel vynechat a rozdělení do skupin může provést ručně při zadávání parametrů. V opačném případě se aplikace bude snažit automaticky rozpoznat skupiny. Rozpoznání skupiny fotografií je znázorněno v následujícím pseudokódu. Podrobnější popis implementace, pro svůj rozsah, lze získat ve zdrojovém kódu nebo v nápovědě u knihovny OpenCV.

- 1) Inicializuj a načti potřebná počáteční data do proměnných.
- 2) Vyhledej klíčové body a příznaky z klíčových bodů.
- 3) Porovnej postupně všechny dvojice fotografií podle jejich příznaků.
- 4) Zjisti jestli bylo nalezeno minimálně 5 stejných bodů.
a jestli vzdálenost mezi body je menší než 0,05.
- 5) Je-li splněn bod 4, zařaď fotografie do dané skupiny pokud existuje, jinak vytvoř novou skupinu.
- 6) Není-li splněna bod 4, přiřaď fotografie jedinečné číslo skupiny.
- 7) Uvolni alokovaná a nepotřebná data a předej výsledek s čísly skupin.

Tímto způsobem jsou rozpoznány jednotlivé skupiny fotografií, které budou nadále používány pro vyhledávání nejkvalitnější fotografie.

Hledání stejných částí

Při nastavení parametrů má uživatel možnost zadat požadavek, že chce hodnotit pouze stejné části fotografie. Tato možnost již předpokládá, že čísla skupin fotografií jsou již ručně zadána nebo automaticky rozpoznána. Vyhledání stejné části dané skupiny fotografií je znázorněno v následujícím pseudokódu. Podrobnější popis implementace, pro svůj rozsah, lze získat ve zdrojovém kódu nebo v nápovědě u knihovny OpenCV.

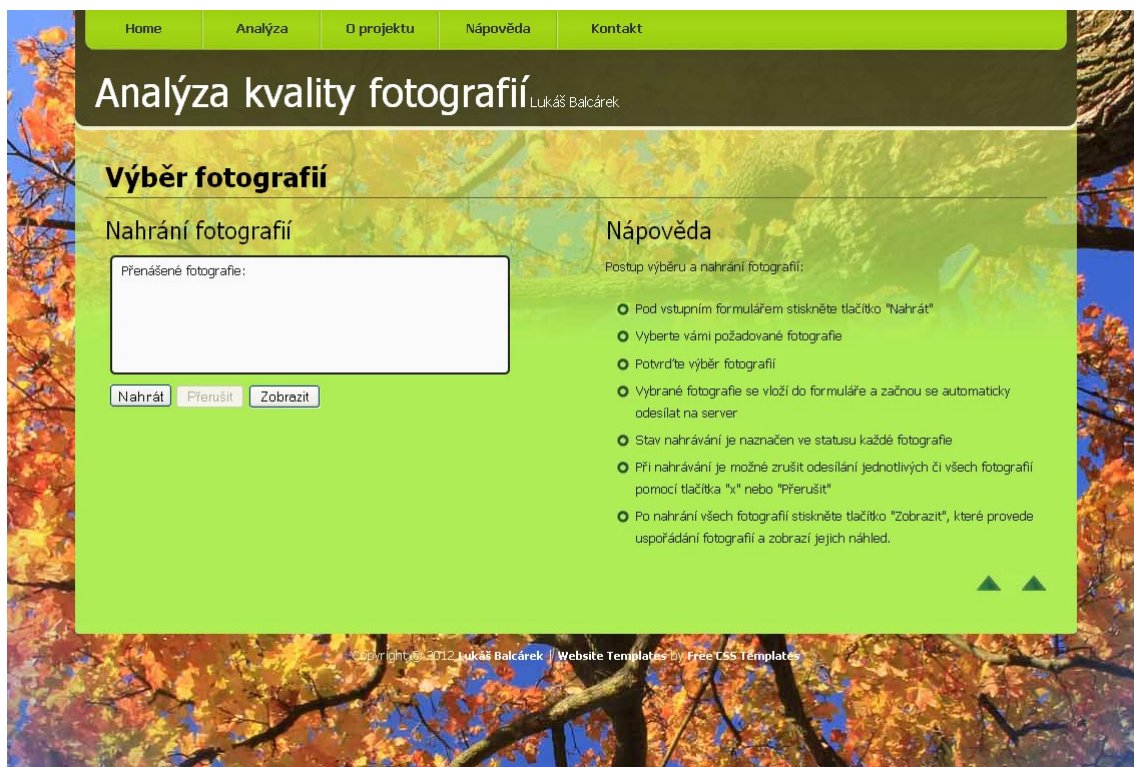
- 1) Inicializuj a načti potřebná počáteční data do proměnných.
- 2) Vyhledej klíčové body a příznaky z klíčových bodů.
- 3) Projdi postupně přes všechny fotografie dané skupiny a postupně vytvářej průnik obsahu fotografií.
- 4) Poznamenej si výsledný průnik.
- 5) Postupně pro všechny fotografie ze skupiny vytvoř výřez z původních dat v místě odpovídajícímu průniku fotografií a poznač si ho do výsledku.
- 6) Jestli se nepodařilo detekovat průnik fotografií z jakéhokoliv důvodu překopíruj originální data do výsledku.
- 7) Uvolni alokovaná a nepotřebná data a předej výsledek s fotografiemi.

Tímto způsobem aplikace zjistí průniky fotografií ze stejných skupin. Nepodaří-li se najít průniky, bude průnik nahrazen celou fotografií. Na vytvořených průnicích fotografií je následně provedena analýza a hodnocení kvality.

Příloha E

Ukázka webového rozhraní

Na následujících obrázcích se nacházejí ukázky některých částí webového rozhraní aplikace analyzující kvalitu fotografií. Popis jejich obsahu je uveden pod obrázkem.



Obrázek E.1: úvodní stránka pro nahrávání fotografií.

Nahrané fotografie

Náhled na fotografie:



Nastavení analýzy:

Hodnocení pomocí:

- ☒ Histogramu
- ☐ Histogramu + energie
- ☐ Energie

Při hodnocení využít:

- ☒ Celou fotografii
- ☐ Čtyři kvadranty fotografie
- ☐ Stejně části fotografií

Parametry vyhodnocení:

Vyvážený histogram odpovídá lepší fotografii

Histogram i energie je důležitější pro společné hodnocení

Vyšší energie odpovídá lepší fotografii


Automatické rozpoznání skupin fotografií

Zpracovat a vyhodnotit:


Obrázek E.2: zobrazení nahraných fotografií a možnosti nastavení analýzy.

Analýza fotografií


Zadejte do polí pod jednotlivými fotografiemi čísla skupin, do kterých náleží daná fotografie.




1




1



2



2



3

Obrázek E.3: stránka obsahující formulář pro zadání čísla skupin.

Home

Analýza

O projektu

Nápověda

Kontakt

Analýza kvality fotografií

Lukáš Balcárek

Analýza fotografií

Textové vyhodnocení fotografií

```

===== image analysis: zacatek prace =====
analiza dokoncena
porovnani fotografi
Hodnoceni pouze pomoci histogramu.
|--> Hodnoceni celých fotografi:
[1]0[1]0[0]
Serazeno od první fotografie k poslední dle nazvu.
===== image analysis: konec prace =====
Navratovy kod: 0

```

Vizuální vyhodnocení fotografií

Zobrazené sloupce:

☒ Celkový náhled,
☒ Výřez náhledu,
☒ Přexponovaná místa,
☒ Podexponovaná místa,
☒ % špatné expozice,
☒ Histogram,
☒ Energie,
☒ Nejlepší fotografie

Zobrazit širokoúhle

(v novém okně)

Název	Náhled	Výřez fotografie	Přexponovaná	Podexponovaná místa
1.jpg Technicky kvalitní fotografie				0% přexponovaná místa 0% podexponovaná místa
3.jpg				0% přexponovaná místa 0% podexponovaná místa
IMG_6219.jpg Technicky kvalitní fotografie				0.60 přexponovaná místa 0.00 podexponovaná místa
IMG_6220.jpg				0.49 přexponovaná místa 0.00 podexponovaná místa
hrabe1.jpg				0.04 přexponovaná místa 0.04 podexponovaná místa

Obrázek E.4: ukázka výsledku analýzy fotografií.